



PLANO DE FECHAMENTO DE MINA			Braskem 	
ÁREA : Lavra de Sal-gema	Pág. : 1	Nº Rev. : 0	Data :20/09/2019	Por: Alex Cardoso

DNP/AL  
 Fb. 6.897  




UN Vinílicos

LAVRA DE SAL-GEMA

## PLANO DE FECHAMENTO DE MINA

**Emitentes:** Alex Cardoso Silva

**Aprovação:** Galileu Henrique Moraes


**Área/Unidade:** Lavra de Sal-gema

**Data:** 16/09/2019

**Distribuição:** Lavra de Sal-gema, SSMA, ANM

**Palavras-chave:**

frente de lavra, tamponamento, poço

PLANO DE FECHAMENTO DE MINA			Braskem 	
ÁREA : Lavra de Sal-gema	Pág. : 2	Nº Rev. : 0	Data :20/09/2019	Por: Alex Cardoso


## SUMÁRIO

<b>1. JUSTIFICATIVA TÉCNICO-ECÔNOMICA PARA O FECHAMENTO PROVISÓRIO E/OU DEFINITIVO DE CADA FRENTE DE LAVRA DE EXTRAÇÃO DE SAL-GEMA .....</b>	<b>5</b>
<b>2. MAPAS DA ÁREA DE LAVRA .....</b>	<b>10</b>
<b>3. HISTÓRICO DA LAVRA, SITUAÇÃO ATUAL DA ÁREA E ESTRUTURAS EXISTENTES .....</b>	<b>10</b>
3.1 HISTÓRICO DA LAVRA .....	10
3.2 SITUAÇÃO ATUAL DA ÁREA E ESTRUTURAS EXISTENTES .....	13
<b>4. PERFIL GEOLÓGICO ESTRATIGRÁFICO E ESTRUTURAL DE CADA POÇO.....</b>	<b>14</b>
<b>5. PROJETO EXECUTIVO DE FECHAMENTO DAS FRENTES DE LAVRA .....</b>	<b>15</b>
5.1 FECHAMENTO PROVISÓRIO E DEFINITIVO DA LAVRA .....	15
<b>6. HISTÓRICO DE MONITORAMENTO DA ÁREA .....</b>	<b>17</b>
6.1 HISTÓRICO DE PRESSÃO E TEMPERATURA .....	17
6.2 HISTÓRICO DE MEDIÇÃO DAS CAVIDADES SALINAS .....	19
6.3 MODELO 3D DA GEOLOGIA E DA LAVRA .....	19
6.4 HISTÓRICO DO MONITORAMENTO DA SUBSIDÊNCIA .....	19
6.5 HISTÓRICO DO MOVIMENTO DOS ESTRATOS GEOLÓGICOS .....	29
6.6 INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DO MONITORAMENTO .....	30
6.6.1 PRESSÃO NOS POÇOS DE EXTRAÇÃO DE SAL .....	30
6.6.2 MEDIÇÃO DAS CAVIDADES SALINAS .....	30
6.6.3 MONITORAMENTO DA SUBSIDÊNCIA .....	31
6.6.4 MONITORAMENTO DAS DEFORMAÇÕES NAS TUBULAÇÕES DOS POÇOS .....	31
<b>7. MONITORAMENTO APÓS O ENCERRAMENTO DO EMPREENDIMENTO .....</b>	<b>33</b>
7.1 MONITORAMENTO DA SUBSIDÊNCIA TERRENO .....	33
7.1.1 MONITORAMENTO DO TERRENO POR DGPS .....	33
7.1.2 MONITORAMENTO DO TERRENO POR INTERFEROMETRIA .....	34
7.1.3 MONITORAMENTO DO TERRENO POR TOPOGRAFIA .....	34
7.2 MONITORAMENTO DO TERRENO POR MICROSSÍSMICA .....	34
7.3 MONITORAMENTO DA PRESSÃO E TEMPERATURA DAS FRENTES DE LAVRA .....	35
7.4 PERÍODO DOS MONITORAMENTOS E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS .....	37

PLANO DE FECHAMENTO DE MINA				Braskem
ÁREA : Lavra de Sal-gema	Pág. : 3	Nº Rev. : 0	Data :20/09/2019	Por: Alex Cardoso

8. MEDIDAS DE DESMOBILIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES .....	37
9. PLANO DE SEGURANÇA PATRIMONIAL .....	38
9.1 ABRANGÊNCIA.....	38
9.2 SEGURANÇA PATRIMONIAL.....	38
10. CARACTERIZAÇÃO DOS RECURSOS E RESERVAS MINERAIS REMANESCENTE.....	39
11. IMPACTOS DECORRENTES DO FECHAMENTO DA MINA CONSIDERANDO ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E MEDIDAS PARA SUA MITIGAÇÃO .....	41
12. PREVISÃO E DIRETRIZES DE USO FUTURO DA ÁREA DO EMPREENDIMENTO MINERÁRIO .....	42
13. CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO DO PLANO DE FECHAMENTO DA MINA .....	43
14. BIBLIOGRAFIA .....	49
15. ANEXOS.....	51
ANEXO 1 .....	
MAPA DE CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA .....	
MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE LAVRA .....	
ANEXO 2 .....	
SEÇÕES GEOLÓGICAS.....	
PERFIS ESTRATIGRÁFICOS DOS POÇOS DE EXTRAÇÃO DE SAL .....	
ANEXO 3 .....	
PROJETOS DE FECHAMENTO DAS FRENTES DE LAVRA .....	
ANEXO 4 .....	
HISTÓRICO DA PRESSÃO OPERACIONAL DOS POÇOS DE EXTRAÇÃO DE SAL.....	
ANEXO 5.....	
EVOLUÇÃO DA GEOMETRIA DA CAVIDADE EM 2D .....	
ANEXO 6 .....	
MODELAGEM 3D DA LAVRA DE SAL-GEMA.....	



PLANO DE FECHAMENTO DE MINA				
ÁREA : Lavra de Sal-gema	Pág. : 4	Nº Rev. : 0	Data :20/09/2019	Por: Alex Cardoso

ANEXO 7 .....  
HISTÓRICO DOS DADOS DA INTERFEROMETRIA REPRESENTADO POR SEÇÕES TRANSVERSAIS E  
LONGITUDINAIS.....

ANEXO 8 .....  
RESULTADOS DAS AVALIAÇÕES COM GIROSCÓPIO .....

ANEXO 9 .....  
RELATÓRIO ANALÍTICO DOS SONARES .....



PLANO DE FECHAMENTO DE MINA			Braskem	
ÁREA : Lavra de Sal-gema	Pág. : 5	Nº Rev. : 0	Data :20/09/2019	Por: Alex Cardoso

## 1. JUSTIFICATIVA TÉCNICO-ECÔNOMICA PARA O FECHAMENTO PROVISÓRIO E/OU DEFINITIVO DE CADA FRENTE DE LAVRA DE EXTRAÇÃO DE SAL-GEMA

Ao longo das operações foram apresentadas atualizações ao Plano de Fechamento de Mina Frase, de forma a refletir as atuais situações operacionais. Em razão do fenômeno geológico que vem atingindo a região dos bairros do Pinheiro, Bebedouro e Mutange, em Maceió, onde está localizada a região da lavra, há necessidade de atualização do Plano de Fechamento de Mina. Isto porque, este fato novo tem impactado nas operações e levou a uma decisão técnica de encerramento das frentes de lavra existentes.

Conforme é de conhecimento público, no segundo semestre de 2018, em razão do abalo sísmico ocorrido na cidade de Maceió no dia 3 de março de 2018, foram iniciadas investigações, através do estudo de sonar, nas frentes de lavra de extração de sal-gema da Braskem, com o objetivo de verificar eventuais impactos do citado sismo nas cavidades salinas.

As investigações revelaram, até o momento, danos nas tubulações de 27 poços de extração de sal-gema que foram inspecionados de um total de 35 poços (tabela 1). Também foram identificados danos em dois poços de captação de água. Os danos encontrados são deformações do tipo colapso lateral e/ou cisalhamento das tubulações localizadas principalmente nas profundidades entre 200m-300m, 380m-420m e 530-600m, conforme mostrado na tabela 2. Estas deformações foram evidenciadas por meio da perfilagem ótica e direcional (giroscópio).

Inspeções múltiplas realizadas nos poços de extração de sal M#16 e M#30 revelaram um avanço progressivo das deformações nas tubulações ao longo dos últimos seis meses, situação que pode evoluir rapidamente para cisalhamento. O cisalhamento da tubulação de um poço é uma condição indesejada, haja vista que torna a cavidade salina inacessível pela tubulação previamente existente, além de promover a depressurização imediata da mesma.

O fenômeno que está promovendo as deformações nas tubulações dos poços de extração de sal ainda necessita ser melhor compreendido e está sendo objeto de estudos adicionais. No entanto, vale salientar que existem evidências de que este processo de movimentação de solo está em curso e poderá agravar ainda mais os danos observados nas tubulações dos poços ao longo dos próximos meses. Diante deste cenário, faz-se necessária a adoção de medidas técnicas imediatas com o objetivo de tamponar os poços na região, no topo de cada cavidade salina, a fim de evitar a depressurização das mesmas, caso ocorra o cisalhamento das tubulações. Este tamponamento adotado como medida imediata será denominado de Fechamento Provisório da Frente de Lavra.

O Fechamento Provisório da Frente de Lavra será realizado através da injeção de uma pasta de cimento no interior da tubulação com o objetivo de criar uma barreira física entre o poço e o topo

PLANO DE FECHAMENTO DE MINA			Braskem	
ÁREA : Lavra de Sal-gema	Pág. : 6	Nº Rev. : 0	Data :20/09/2019	Por: Alex Cardoso

da cavidade salina, a fim de eliminar a conexão hidráulica entre eles. O detalhe do procedimento será melhor explicado em capítulo próprio.

. Após a realização do sonar, estando a cavidade dentro da camada de sal, será realizado o tamponamento provisório. Na sequência, para o fechamento definitivo, em razão da exigência, pela Agência Nacional de Mineração, de monitoramento da pressão das cavidades após o seu fechamento, está em desenvolvimento pela empresa Schlumberger um projeto para viabilizar esse monitoramento.

Nas situações que o resultado do sonar da campanha 2018/2019 demonstrarem que os topos das cavidades salinas estão acima do topo do sal, o procedimento de fechamento definitivo será precedido de estudo realizado por empresas especializadas em *solution mining*, que indicarão a técnica mais adequada para garantia da estabilidade das cavidades. O resultado desses estudos será apresentado à Agência Nacional de Mineração para aprovação.

Sob o ponto de vista econômico, existem 35 frentes de lavra de extração de sal e mais 1 uma frente de lavra não iniciada a extração no polígono de concessão, dos quais: a) 31 estão desativadas de forma definitiva, de modo que já não se tinha interesse em retomar a produção das mesmas; e b) 4 frentes de lavra que ainda possuíam vida útil e c) 1 que sequer teve sua operação iniciada.

Assim, diante do exposto, o fechamento das frentes de lavra de extração de sal, neste momento, é uma decisão exclusivamente técnica, diante do fenômeno geológico que atinge a região onde se encontra a lavra, o qual tem impactado nas operações.



PLANO DE FECHAMENTO DE MINA				Braskem
ÁREA : Lavra de Sal-gema	Pág. : 7	Nº Rev. : 0	Data :20/09/2019	Por: Alex Cardoso

Tabela 1 – Cenário atual das frentes de lavra

Frente de lavra	Desativação/paralisação	Tamponamento provisório
M#01	set/91	Sim - Agosto/2019
M#02	set/91	Não
M#03	ago/81	Tamponamento definitivo
M#04	dez/88	Não
M#05	out/85	Tamponamento definitivo
M#06	mai/86	Não
M#07	jun/97	Não
M#08	jun/95	Tamponamento definitivo
M#09	ago/97	Não
M#10	mar/91	Sim - Agosto/2019
M#11	jun/95	Não
M#12	ago/96	Não
M#13	dez/98	Não
M#14	jan/03	Não
M#15	set/00	Não
M#16	mar/99	Não
M#17	nov/14	Não
M#18	out/14	Sim - Agosto/2019
M#19	out/05	Sim - Julho/2019
M#20	jan/08	Sim - Julho/2019
M#21	jan/08	Não
M#22	jan/03	Não
M#23	ago/02	Não
M#24	jun/08	Não
M#25	jun/10	Não
M#26	out/17	Não
M#27	dez/17	Sim - Junho/2019
M#28	out/17	Não
M#29	jan/18	Não
M#30	mai/18	Não
M#31	mai/18	Sim - Junho/2019
M#32	mai/19	Não
M#33	mai/19	Não
M#34	mai/19	Não
M#35	mai/19	Não
M#37	Produção não iniciada	Não





PLANO DE FECHAMENTO DE MINA				Braskem
ÁREA : Lavra de Sal-gema	Pág. : 8	Nº Rev. : 0	Data :20/09/2019	Por: Alex Cardoso

Tabela 2 – Tipos de deformações observadas nos poços de extração de sal

Poço	Deformações observadas	Justificativa técnica para fechamento do poço
M#01	Empeno à 370m	Risco de cisalhamento da tubulação do poço, seguido de processo de despressurização da cavidade salina
M#02	Revestimento danificado à 251 m	Cavidade salina em processo de despressurização
M#03	Tamponado	-
M#04	Empeno à 274m Empeno à 383m	Risco de cisalhamento da tubulação do poço, seguido de processo de despressurização da cavidade salina
M#05	Tamponado	-
M#06	Empeno à 215m Revestimento danificado em 272,6 m	Cavidade salina em processo de despressurização
M#07	Empeno à 220m Empeno à 240m Empeno à 370m Empeno à 400m Empeno à 440m Empeno à 640m Empeno à 700m	Risco de cisalhamento da tubulação do poço, seguido de processo de despressurização da cavidade salina
M#08	Tamponado	
M#09	Revestimento danificado em à 220m	Cavidade salina em processo de despressurização
M#10	Empeno à 390m	Risco de cisalhamento da tubulação do poço, seguido de processo de despressurização da cavidade salina
M#11	Revestimento danificado em 355 m	Cavidade salina em processo de despressurização
M#12	Revestimento danificado em 390 m	Cavidade salina em processo de despressurização
M#13	Empeno à 230m Empeno à 400m Empeno à 505m	Risco de cisalhamento da tubulação do poço, seguido de processo de despressurização da cavidade salina
M#14	-	-
M#15	Revestimento danificado em 350,9m	Cavidade salina em processo de despressurização
M#16	Empeno à 254,9m Empeno à 534m	Risco de cisalhamento da tubulação do poço, seguido de processo de despressurização da cavidade salina
M#17	Empeno à 250 m Revestimento danificado em 649 m	Cavidade salina em processo de despressurização
M#18	Giroscópio ainda não realizado	-
M#19	Empeno à 220m Empeno à 380m	Risco de cisalhamento da tubulação do poço, seguido de processo de despressurização da cavidade salina
M#20	Empeno à 780m	Risco de cisalhamento da tubulação do poço, seguido de processo de despressurização da cavidade salina




PLANO DE FECHAMENTO DE MINA			Braskem	
ÁREA : Lavra de Sal-gema	Pág. : 9	Nº Rev. : 0	Data :20/09/2019	Por: Alex Cardoso

Poço	Deformações observadas	Justificativa técnica para fechamento do poço
M#21	Empeno à 868,2 m	Risco de cisalhamento da tubulação do poço, seguido de processo de despressurização da cavidade salina
M#22	Revestimento danificado em 601 m	Cavidade salina em processo de despressurização
M#23	Empeno à 193 m Empeno à 367 m Revestimento danificado em 592 m	Cavidade salina em processo de despressurização
M#24	Empeno à 602,24m	Risco de cisalhamento da tubulação do poço, seguido de processo de despressurização da cavidade salina
M#25	Empeno à 109 m Tubo ovalado em 738 m	Risco de cisalhamento da tubulação do poço, seguido de processo de despressurização da cavidade salina
M#26	Revestimento danificado em 350 m	Cavidade salina em processo de despressurização
M#27	Empeno à 220m Empeno à 380m	Risco de cisalhamento da tubulação do poço, seguido de processo de despressurização da cavidade salina
M#28	Empeno à 270m Empeno à 400m Empeno à 510m Empeno à 530m Empeno à 630m Revestimento danificado em 693 m	Risco de cisalhamento da tubulação do poço, seguido de processo de despressurização da cavidade salina
M#29	Empeno à 390m	Risco de cisalhamento da tubulação do poço, seguido de processo de despressurização da cavidade salina
M#30	Empeno à 680m	Risco de cisalhamento da tubulação do poço, seguido de processo de despressurização da cavidade salina
M#31	Empeno à 580m Empeno à 740m	Risco de cisalhamento da tubulação do poço, seguido de processo de despressurização da cavidade salina
M#32	Empeno à 376 m	Risco de cisalhamento da tubulação do poço, seguido de processo de despressurização da cavidade salina
M#33	Empeno à 373 m	Risco de cisalhamento da tubulação do poço, seguido de processo de despressurização da cavidade salina
M#34	-	Risco de cisalhamento da tubulação do poço, seguido de processo de despressurização da cavidade salina
M#35	Empeno à 280m Empeno à 410m Empeno à 700m Empeno à 815m	Risco de cisalhamento da tubulação do poço, seguido de processo de despressurização da cavidade salina



*[Assinatura]*

PLANO DE FECHAMENTO DE MINA			Braskem 	
ÁREA : Lavra de Sal-gema	Pág. : 10	Nº Rev. : 0	Data :20/09/2019	Por: Alex Cardoso

## 2. MAPAS DA ÁREA DE LAVRA

Os mapas elaborados neste documento contemplam a situação atual da área de lavra, contendo as posições das frentes de lavra, os limites de bairros, imagem de satélite da região do polígono de concessão, curvas de níveis, áreas de proteção ambiental, limites hidrográficos e a vista em planta do último sonar das cavidades salinas. Os mapas estão no anexo 1 deste documento, além de serem disponibilizados em formato digital na extensão shapefile, conforme solicitação da ANM.

## 3. HISTÓRICO DA LAVRA, SITUAÇÃO ATUAL DA ÁREA E ESTRUTURAS EXISTENTES

### 3.1 HISTÓRICO DA LAVRA


As pesquisas geológicas em Maceió foram iniciadas em 1936 quando a Divisão de Fomento da Produção Mineral (DFPM) executou uma série de levantamentos magnetométricos, gravimétricos e sísmicos em busca de petróleo. Nesta ocasião, o mapa gravimétrico mostrou um mínimo regional na área do polígono que hoje se refere à área titulada pela Concessão de Lavra da Braskem e um pequeno alto no campo do Tabuleiro dos Martins, antigo campo petrolífero da Petrobrás.

Em 1941, o Conselho Nacional de Petróleo (CNP) descobriu o depósito de sal-gema em Maceió por meio de 2 (dois) poços de pesquisa para hidrocarbonetos denominados AL-02 e AL-03. O poço AL-02 foi perfurado no Centro Sportivo Alagoano (clube de futebol), mais conhecido como CSA, e indicou uma camada de sal-gema com 153m de espessura. Enquanto que, o poço AL-03, localizado no bairro do Vergel, indicou a presença de uma camada de sal-gema com apenas 13m de espessura.

Em 01/09/1965, o empresário brasileiro Euvaldo Luz apresentou um Requerimento de Pesquisa à DFPM para a investigação de sal-gema em 5 (cinco) áreas com 500 ha (quinhentos hectares) cada na zona urbana de Maceió/AL. Porém, apenas em 1967 é que as pesquisas foram iniciadas com base nas informações dos poços AL-02, AL-03 e ST-01-AL. O poço ST-01-AL foi perfurado pela Petrobras em 1964 e está localizado 2,9 km do poço AL-02.

Entre 1967 e 1968, os poços M#01, M#02 e M#03 foram perfurados, perfilados e testemunhados no intervalo salino, confirmando o potencial do depósito salífero. Em 08/11/1968, o Relatório Final de Pesquisa positivo envolvendo as 5 (cinco) áreas foi protocolado e aprovado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) em 31/07/1969. Ainda, em 14/08/1969, a Salgema Mineração Ltda apresentou o Requerimento de Lavra para a área, instruído, entre outros documentos, pelo Plano de Aproveitamento Econômico e requereu a outorga da Concessão de Lavra para aproveitamento econômico de sal-gema por dissolução subterrânea. A Concessão de Lavra foi outorgada em 15/06/1970.



PLANO DE FECHAMENTO DE MINA			Braskem 	
ÁREA : Lavra de Sal-gema	Pág. : 11	Nº Rev. : 0	Data :20/09/2019	Por: Alex Cardoso

Em 1975, houve mais uma campanha de perfuração para a construção dos poços M#04, M#05 e M#6, totalizando 6 (seis) poços. As instalações de superfície da área da base das atividades administrativas, contemplando tanque de água, tanque de salmoura, bombas centrífugas, subestação elétrica, escritório e tubovias, foram concluídas em novembro de 1975, e logo em seguida, foi iniciado o processo de comissionamento da unidade.

No dia 31/12/1975, a operação da unidade base das atividades administrativas foi iniciada apenas na frente de lavra M#01 devido à existência de problemas no comissionamento das frentes de lavra M#02, M#03, M#04, M#05 e M#06. A operação destas frentes de lavra foi iniciada gradativamente ao longo do ano de 1976, com exceção da frente de lavra M#02, na qual só se iniciou a operação em 1977.

Entre 1975 e 1977, as frentes de lavra M#01, M#02, M#03, M#04, M#05 e M#06 operaram em fase de maturação, período caracterizado pelo crescimento gradual da concentração de sais na salmoura após o início de operação. Durante o desenvolvimento destas cavidades salinas, a salmoura produzida foi descartada no mar na região da unidade de Cloro-Soda que ainda estava sendo construída.

Em maio de 1977, a unidade de Cloro-Soda entrou em operação após 5 (cinco) anos de construção. A salmoura proveniente da unidade base das atividades administrativas é transferida por meio de uma tubovia que conectava as 2 (duas) unidades. Ainda em 1977, os poços M#7 e M#8 foram perfurados, mas suas operações foram iniciadas apenas em 1979.


Em 1981, a frente de lavra M#03 foi paralisada após 5 (cinco) anos de operação, sendo a primeira frente de lavra a ser desativada. No ano seguinte, os poços M#09 e M#10 foram perfurados e colocados em operação no final de 1982. Em março de 1983, o poço M#11 foi perfurado, porém a instalação das tubulações de 4 1/2" e 7" apenas foi realizada em 1986, ano no qual entrou em operação.

Entre 1985 e 1986, as frentes de lavra M#05 e M#06 foram desativadas após aproximadamente 10 (dez) anos de operação. Em 1987, os poços M#12 e M#13 foram perfurados e colocados em operação entre 1987 e 1988. Ainda em 1988, a frente de lavra M#04 foi desativada, e logo em seguida, foi iniciada a maior campanha de perfuração da empresa até então, com a perfuração de 6 poços verticais (M#14, M#15, M#16, M#17, M#22, M#23) e 4 poços direcionais (M#18D, M#19D, M#20D, M#21D), cuja tecnologia direcional era inovadora na ocasião.

Naquela época, os 10 (dez) poços recém - perfurados foram inseridos na produção de forma gradativa entre 1988 e 1992. Por outro lado, ao longo da década de 90 foram desativadas as frentes de lavra M#01, M#02, M#07, M#08, M#09, M#10 M#11, M#12, M#13 e M#16.

No final da década de 90, os poços direcionais M#24D e M#25D foram perfurados e inseridos na produção em 1998. Na década de 2000, ocorreram 2 (duas) campanhas de perfuração, em 2003 e



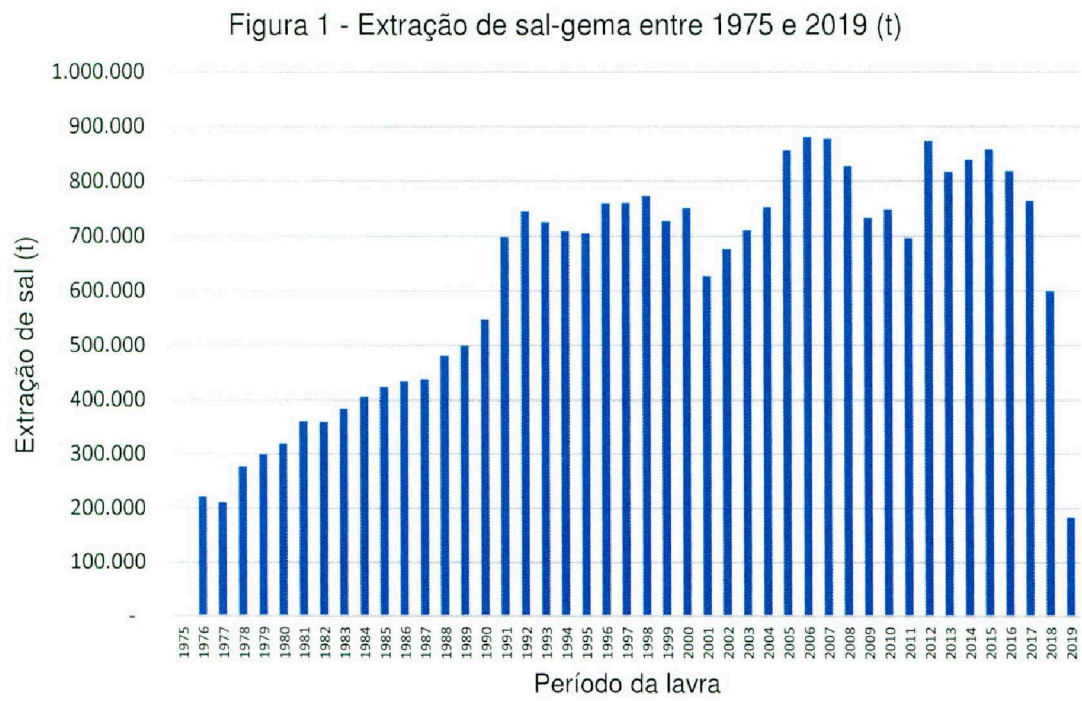
PLANO DE FECHAMENTO DE MINA			Braskem 	
ÁREA : Lavra de Sal-gema	Pág. : 12	Nº Rev. : 0	Data :20/09/2019	Por: Alex Cardoso

2006. Na campanha de 2003, foram perfurados os poços M#26D, M#27D e M#28D, cuja operação foi iniciada neste mesmo ano. Em 2006, os poços M#29D, M#30D e M#31D foram perfurados e inseridos na produção em 2007 (M#30D e M#31D) e em 2009 (M#29D). Nesta mesma década, foram desativadas as frentes de lavra M#15, M#19D, M#20D, M#21D, M#22, M23, M#24D e M#25D.

Na década de 2010, ocorreram 2 (duas) campanhas de perfuração, em 2010 e 2018. Em 2010, os poços M#32, M#33D, M#34D e M#35D foram perfurados e inseridos na produção gradativamente entre 2011 e 2015. Em 2018, uma nova campanha de perfuração foi iniciada com a previsão de 4 (quatro) poços, mas apenas o poço M#37D foi perfurado. Ainda nesta década foram desativadas as frentes de lavra M#17, M#18D, M#25D, M#26D, M#27D e M#28D.

Em maio de 2019, a unidade base das atividades administrativas operava apenas com as frentes de lavra M#32, M#33D, M#34D e M#35D, quando, de forma preventiva, a Braskem tomou a decisão de paralisar as operações, em razão da divulgação do relatório emitido pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM, dado que sua conclusão apontou a lavra de sal-gema como suposta causa principal das rachaduras no bairro do Pinheiro. Desde então, as operações permanecem paralisadas até que os estudos técnicos conduzidos por terceiros contratados pela Braskem sejam concluídos e a causa do fenômeno que atinge a região seja devidamente identificada.

Entre dezembro de 1975 e maio de 2019, a lavra de sal-gema extraiu cerca de 27.000.000,00 (vinte e sete milhões) de toneladas de sal-gema, conforme evolução mostrada na figura 1 abaixo.





PLANO DE FECHAMENTO DE MINA			Braskem	
ÁREA : Lavra de Sal-gema	Pág. : 13	Nº Rev. : 0	Data :20/09/2019	Por: Alex Cardoso

3.2 SITUAÇÃO ATUAL DA ÁREA E ESTRUTURAS EXISTENTES

O processo de extração do sal (NaCl) é realizado na unidade base das atividades administrativas por meio de uma estação de bombeio que opera 24 (vinte e quatro) horas por dia, em regime de turno de 8 (oito) horas composto por 5 (cinco) grupos, totalizando 7 (sete) funcionários no quadro da unidade.

A unidade base das atividades administrativas é composta por 4 (quatro) sistemas: extração de sal, transferência de salmoura, captação de água, transferência de água, todos localizados na estação de bombeio, conforme a figura 2.


Figura 2 – Estação de bombeio



O sistema de extração de sal da unidade base das atividades administrativas é composto por 2 (duas) bombas centrífugas de 5 (cinco) estágios acopladas a motores de 2 (dois) polos com potência de 600 HP cada localizadas na estação de bombeio. Estas bombas são responsáveis por injetar juntas cerca de 400m³/h de água nos poços de sal, de forma simultânea. A salmoura produzida é conduzida pela própria pressão do sistema para o tanque pulmão de salmoura bruta (120 m³) localizada na própria unidade.

O sistema de transferência é responsável pelo transporte de salmoura da unidade base das atividades administrativas, por meio de uma tubovia de aço carbono com 8Km de extensão, para a unidade Cloro-Soda, onde é armazenada em um tanque com capacidade de 4.800 m³. O sistema é composto por duas bombas que operam de forma alternada, conforme a vazão de transferência. A maior delas, é uma bomba centrífuga acoplada a um motor com potência de 540 HP que opera com



PLANO DE FECHAMENTO DE MINA			Braskem 	
ÁREA : Lavra de Sal-gema	Pág. : 14	Nº Rev. : 0	Data :20/09/2019	Por: Alex Cardoso

vazões entre 180 e 420 m<sup>3</sup>/h. A outra bomba centrífuga opera com vazão inferior 180 m<sup>3</sup>/h, e está acoplada a um motor de 50HP.


Atualmente, existem 36 (trinta e seis) poços de sal perfurados, contemplando 31 (trinta e uma) frentes de lavra desativadas, 4 (quatro) paralisadas e 1 (um) poço sem cavidade salina. As frentes de lavra estão distribuídas em regiões distintas, abrangendo os bairros do Pinheiro, Bebedouro e Mutange.

As frentes de lavra M#02, M#06, M#28D, M#16, M#17, M#30 e M#31D estão localizadas no bairro do Pinheiro. No bairro do Bebedouro estão localizadas as frentes de lavra M#32, M#33D, M#03,M#09,M#12 e M#13, enquanto que no bairro do Mutange estão localizadas as frentes de lavra M#04,M#07,M#19D,M#27D,M#18D,M#20D,M#21D,M#29D,M#10,M#01,M#05,M#08,M#35D,M#26D, M#22,M#23,M#14,M#15,M#11,M#24D,M#25D e M#34D.

A captação de água é realizada por meio de 12 (doze) poços inseridos em aquíferos confinados/semiconfinados da região. Os poços de captação de água são dotados de motobombas submersas com potência que varia entre 25 e 120 HP, dependendo da profundidade do poço. A água captada é armazenada em 2 (dois) tanques distintos: o primeiro com volume de 320 m<sup>3</sup>, pertencente ao sistema de extração de sal e o segundo com volume de 140 m<sup>3</sup>, pertencente ao sistema de transferência de água, composto por uma bomba centrífuga acoplada a um motor de 50HP. A transferência de água é realizada de forma ininterrupta para a planta Cloro-Soda, com vazão média de 180 m<sup>3</sup>/h, de modo a ser utilizada como água de processo.

#### 4. PERFIL GEOLÓGICO ESTRATIGRÁFICO E ESTRUTURAL DE CADA POÇO

Os perfis geológicos estratigráficos de cada poço foram elaborados com base nas informações dos perfis raio-gama, sônicos, neutrão, densidade e strip-logs. Baseado nestes perfis e na interpretação dos dados sísmicos, foram elaboradas seções geológicas transversais e longitudinais da área de lavra contemplando o topo e a base da camada de sal-gema. Os perfis geológicos demonstram que o topo da camada de sal-gema se encontra entre 867m e 978m de profundidade. Os perfis e seções geológicas estão no anexo 2 deste documento.

PLANO DE FECHAMENTO DE MINA			Braskem 	
ÁREA : Lavra de Sal-gema	Pág. : 15	Nº Rev. : 0	Data :20/09/2019	Por: Alex Cardoso

## 5. PROJETO EXECUTIVO DE FECHAMENTO DAS FRENTES DE LAVRA

### 5.1 FECHAMENTO PROVISÓRIO E DEFINITIVO DA LAVRA

O fechamento das frentes de lavra será dividido em duas etapas: fechamento provisório e fechamento definitivo. O fechamento provisório da frente de lavra é uma etapa predecessora ao fechamento definitivo que é aplicável às cavidades salinas que se encontram totalmente dentro da camada de sal-gema, condição que será evidenciada na campanha de sonar 2018/2019.

Conforme mencionado no capítulo 1, a etapa de fechamento provisório tem como objetivo criar uma barreira física entre o poço e o topo da cavidade salina, a fim de eliminar a conexão hidráulica entre eles, impedindo assim, a despressurização da cavidade salina caso ocorra cisalhamento das tubulações nos poços em razão do fenômeno que atinge a região.

Considerando que a ANM exigiu a realização do monitoramento da pressão da cavidade, mesmo após o seu fechamento, e considerando que não se tem conhecimento da existência no mercado de equipamento que viabilize o atendimento desta exigência, foi contratada empresa especialista (Schlumberger) para o desenvolvimento de uma solução.

Importante registrar que, no mundo, via de regra, não é realizado o tamponamento definitivo das cavidades, vez que sua utilização para armazenamento de produtos/resíduos é uma forma de reaproveitamento da cavidade.

Diante do fato de que a solução em desenvolvimento pela Schlumberger ainda passará por testes de campo e validação, bem como que se trata de solução inovadora, importante consignar que ainda não é possível afirmar a sua eficiência e funcionamento e, portanto, não se pode garantir a viabilidade do atendimento da exigência (maiores informações acerca da instalação dos medidores de pressão serão tratados no capítulo 7.5).

Nesse contexto, dado que a pressurização da cavidade é importante e que a ANM exigiu a implantação de monitoramento que não possui solução técnica disponível no mercado, o tamponamento provisório se mostra como melhor solução técnica para o momento para garantir estanqueidade da cavidade salina no cenário atual.

De modo geral, o fechamento provisório de uma frente de lavra é composto pelas seguintes etapas:

1. Descomissionamento do poço - Remoção das tubulações que estão dentro do poço por meio de uma sonda de produção terrestre (SPT);



PLANO DE FECHAMENTO DE MINA			Braskem	
ÁREA : Lavra de Sal-gema	Pág. : 16	Nº Rev. : 0	Data :20/09/2019	Por: Alex Cardoso


2. Instalação de uma coluna de perfuração no interior do poço para injeção do fluido viscoso e da pasta de cimento;
3. Injeção de um fluido viscoso à base de goma xantana no topo da cavidade salina e dentro do revestimento, a fim de promover a separação hidráulica da salmoura com a pasta de cimento;
4. Injeção de uma pasta de cimento com densidade de 15,6 lb/gal sobre o fluido viscoso, e com volume suficiente para ocupar 30m de altura dentro do revestimento;
5. Após 12h de cura da pasta de cimento, é verificado se a posição do topo do cimento está na profundidade planejada, caso contrário, deve-se repetir a operação de injeção da pasta de cimento;

O fechamento definitivo das frentes de lavra cujas cavidades salinas encontram-se totalmente dentro da camada salina, será composto pelas seguintes etapas:

1. Reabertura do tampão provisório por meio de perfuração;
2. Instalação de tubulação no interior do poço até o topo da cavidade salina, a fim de proteger o cabeamento dos sensores de pressão e temperatura;
3. Instalação de sensores dentro da cavidade salina para medição de pressão e temperatura que serão conectados, por meio de cabo flexível reforçado, a um sistema de transmissão de dados localizado na superfície;
4. Injeção de pasta de cimento ao longo de todo o poço, da superfície até o topo da cavidade salina, a fim de criar uma barreira física, eliminando assim, a conexão hidráulica entre o poço e a cavidade salina;
5. Monitoramento de subsidência por meio de topografia;
6. Monitoramento do deslocamento da superfície por meio de interferometria;
7. Adicionalmente, em complemento aos monitoramentos acima, em razão do fenômeno geológico que atinge a região, será feito o monitoramento por rede de DGPS na superfície distribuídos nas áreas da lavra, a fim de monitorar o deslocamento do terreno e instalação de uma rede microssísmica na superfície e subsuperfície, a fim de identificar pequenas vibrações ocasionadas por movimentação do terreno.

O monitoramento de pressão e temperatura no interior da cavidade salina associado ao tamponamento do poço é uma técnica que ainda está em desenvolvimento pela Schlumberger. Ainda assim, uma vez desenvolvida a tecnologia será necessário realizar testes de campo, comissionamento e validação. No capítulo 7.5 será abordado com mais detalhes este item.



PLANO DE FECHAMENTO DE MINA				
ÁREA : Lavra de Sal-gema	Pág. : 17	Nº Rev. : 0	Data :20/09/2019	Por: Alex Cardoso

Após a execução do fechamento definitivo de cada poço, com a solução técnica para o monitoramento, a pressão e a temperatura no interior das cavidades salinas poderão ser acompanhadas em tempo real.

Nas situações que o resultado do sonar da campanha 2018/2019 demonstrarem que os topos das cavidades salinas estão acima do topo do sal, o procedimento de fechamento definitivo será precedido de estudo realizado por empresas especializadas em *solution mining*, que indicarão a técnica mais adequada para garantia da estabilidade das cavidades. O resultado desses estudos será apresentado à Agência Nacional de Mineração para aprovação. No entanto, os monitoramentos de superfície serão instalados, independentemente da condição da cavidade salina.

O projeto executivo de fechamento para cada frente de lavra está no anexo 3 deste documento e foi elaborado, diante da ausência de norma técnica específica para este procedimento, utilizando-se como referência, naquilo que aplicável, o item 10.5 da Portaria nº 46, de 7 de novembro de 2016 da Agência Nacional de Petróleo (ANP) quando trata de “abandono permanente”.

6. HISTÓRICO DE MONITORAMENTO DA ÁREA

6.1 HISTÓRICO DE PRESSÃO E TEMPERATURA

O monitoramento de pressão dos poços ativos era realizado no conjunto da árvore de natal desde o início das operações. As pressões nos poços variavam entre 150 psi e 850 psi, dependendo da profundidade e da vazão de água. Nos poços desativados não era possível realizar o monitoramento da pressão na árvore de natal, haja vista que ocorre um processo de cristalização do sal no interior da tubulação, fato que provoca a obstrução do poço. Os dados de pressão dos poços ativos estão no anexo 4 deste documento, com registros de 1994 a 2018.

Após o fenômeno geológico que atingiu a região, a ANM exigiu que fosse realizado o monitoramento da pressão de todas as cavidades. Assim, a partir de março, passaram a ser reportadas as medições mensais da pressão, de acordo com os critérios e metodologia devidamente explicados nos relatórios mensais.

No mês de agosto/2019, as pressões medidas nas cavidades salinas estão na tabela 3.




PLANO DE FECHAMENTO DE MINA			Braskem	
ÁREA : Lavra de Sal-gema	Pág. : 18	Nº Rev. : 0	Data :20/09/2019	Por: Alex Cardoso

Tabela 3 – Tabela de medição da pressão na cota da sapata de 9 5/8" para as frentes de lavra de sal-gema

Frente de lavra	Pressão (kgf/cm <sup>2</sup> ) (a)
M#01	113,1
M#02	115,6
M#04	101,4
M#06	111,9
M#07	80,8
M#09	115,7
M#11	112,8
M#12	112,46
M#13	136,5
M#14	123,4
M#15	107,4
M#16	127,0
M#17	108,4
M#18D	127,6
M#21	118,9
M#22	103,3
M#23	110,1
M#24D	112,9
M#25D	114,4
M#26D	128,1
M#28D	133,6
M#29D	112,1
M#30D	131,1
M#32	136,9
M#33D	135,5
M#34D	136,2
M#35D	168,6

A temperatura da salmoura na superfície não é uma variável monitorada nos poços ativos, pois processos de troca térmica ocorrem dentro do poço entre a água e a salmoura, reduzindo a temperatura da salmoura para cerca de 32°C, considerada temperatura ambiente.



PLANO DE FECHAMENTO DE MINA			Braskem 	
ÁREA : Lavra de Sal-gema	Pág. : 19	Nº Rev. : 0	Data :20/09/2019	Por: Alex Cardoso

## 6.2 HISTÓRICO DE MEDIÇÃO DAS CAVIDADES SALINAS

O monitoramento das cavidades salinas é realizado desde 1981 por meio de medições com o sonar. A medição é realizada através de uma eco-sonda, que é introduzida dentro da cavidade salina. Este equipamento, que mede 2 7/8" de diâmetro, emite ondas sonoras em determinadas frequências que se propagam no meio aquoso, permitindo medir a direção preferencial da dissolução, a altura, o diâmetro, o volume e a configuração da cavidade salina gerada.

As evoluções da cavidade das frentes de lavra ao longo dos anos estão representadas individualmente em seções verticais correlacionadas com o perfil estratigráfico da zona salífera. A evolução da geometria em 2D das cavidades salinas com os dados obtidos nos sonares estão no anexo 5 deste documento.

## 6.3 MODELO 3D DA GEOLOGIA E DA LAVRA

O modelo 3D da geologia e da lavra foi construído com base nas informações dos perfis raio-gama, sônicos, neutrão, densidade, strip-logs, das interpretações dos dados geofísicos (horizontes e falhas), topos das formações e das cavidades salinas da região da lavra.

O atual modelo 3D é preliminar e foi disponibilizado para a Agência Nacional de Mineração em 13.09.2019, com as imagens do último sonar de cada cavidade salina. Considerando que os sonares antigos estão em meio físico, para viabilização da imagem 3D é necessária sua conversão para o formato digital. Na medida em que os sonares da atual campanha, cujo cronograma termina em dezembro/2019, forem sendo concluídos, o modelo 3D será atualizado e protocolado na Agência. A versão final do modelo 3D será disponibilizada em até 30/01/2020. A representação gráfica do modelo 3D atual pode ser observada no anexo 6 deste documento.

## 6.4 HISTÓRICO DO MONITORAMENTO DA SUBSIDÊNCIA

O monitoramento da subsidência é importante para o acompanhamento de eventuais recalques provocados pela lavra. Neste capítulo serão abordados os dados obtidos através dos monitoramentos de interferometria, DGPS e topografia.

PLANO DE FECHAMENTO DE MINA			Braskem	
ÁREA : Lavra de Sal-gema	Pág. : 20	Nº Rev. : 0	Data :20/09/2019	Por: Alex Cardoso

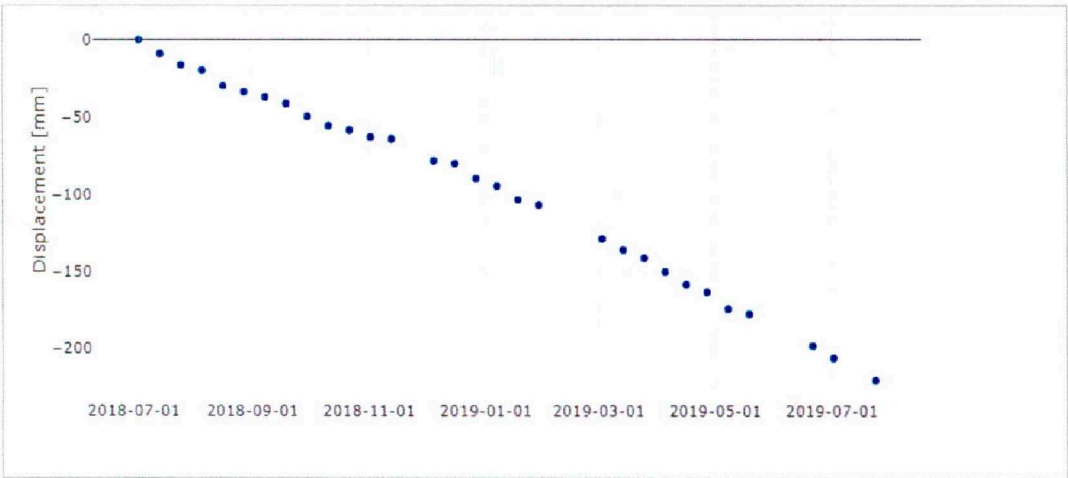
A interferometria por radar de abertura sintética (IFSAR), pode ser definida através das suas duas componentes: interferometria e radar de abertura sintética (SAR). A primeira componente é a ciência aplicada de estudo e medição da interferência de ondas, enquanto, a segunda componente (SAR) é uma técnica de imageamento ativa (Nievinski e Souza, 2005).

A interferometria é uma técnica muito eficaz para mapear e monitorar o deslocamento de terrenos, tais como subsidência, deslizamentos de terra, terremotos e fenômenos vulcânicos. Diante desta aplicação, a empresa adquiriu junto à empresa Telespazio imagens entre 2011 e 2019 da área de lavra, a fim de monitorar possíveis recalques na superfície. Adicionalmente, também foram contratados os dados de interferometria da empresa Groundprobe referente ao período de julho-2016 até jan-2019, os quais revelam um deslocamento de massa em determinada área do polígono identificado. Na região onde ocorre a lavra de sal-gema (Bebedouro/Mutange), por restrição da metodologia, não é possível explicitar o deslocamento em suas componentes horizontais e verticais, de modo que os resultados demonstram um deslocamento vetorial alinhado com o ângulo de visada do satélite. No bairro do Pinheiro, por outro lado, foi possível a decomposição do dado, desta forma foi possível verificar que o deslocamento maior é da componente horizontal.

A partir do mês de junho/2019, foram contratados dados de interferometria da empresa TRE Altamira, cujos dados continuam demonstrando movimentação na área do Mutange, Bebedouro e Pinheiro.

A título exemplificativo, os gráficos abaixo referentes a regiões distintas apresentam o resultado da média da subsidência obtida da base de dados da empresa Altamira nas áreas dos poços M#07, M#06, M#17, M#10, M#15, M#11 e M#32, bem como em área distinta no bairro do Pinheiro.

Gráfico 1 - Dados de movimento registrados pela interferometria na região da área do poço M#07





PLANO DE FECHAMENTO DE MINA			Braskem	
ÁREA : Lavra de Sal-gema	Pág. : 21	Nº Rev. : 0	Data :20/09/2019	Por: Alex Cardoso

Gráfico 2 - Dados de movimento registrados pela interferometria na região da área do poço M#17

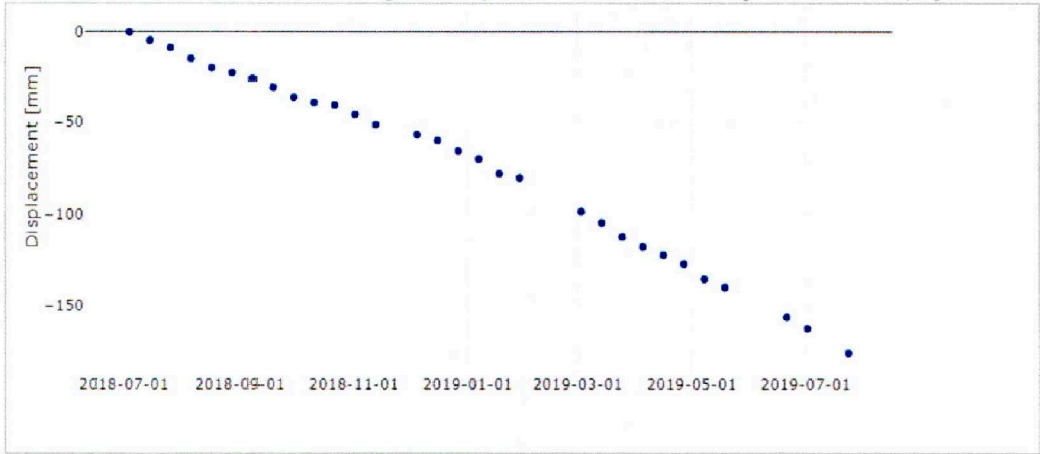
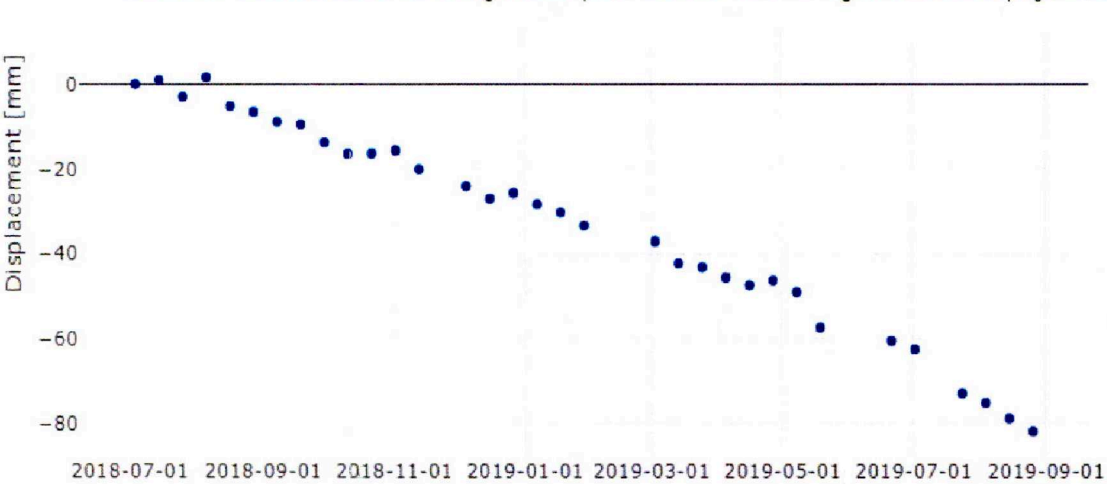


Gráfico 3 - Dados de movimento registrados pela interferometria na região da área do poço M#06



PLANO DE FECHAMENTO DE MINA			Braskem	
ÁREA : Lavra de Sal-gema	Pág. : 22	Nº Rev. : 0	Data :20/09/2019	Por: Alex Cardoso

Gráfico 4 - Dados de movimento registrados pela interferometria na região do Bairro Pinheiro (próxima Igreja Menino Jesus de Praga) Rua Prof. Mario Marroquim, 260

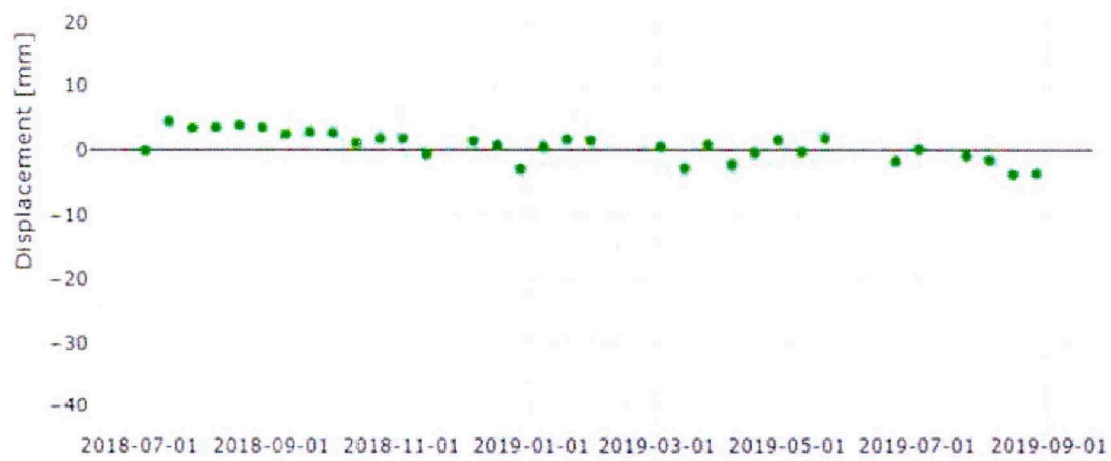
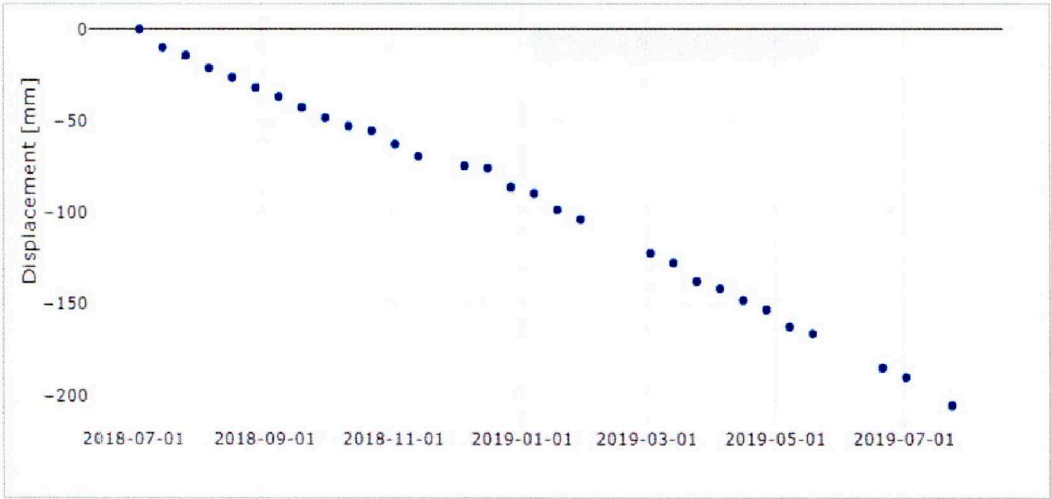


Gráfico 5 - Dados de movimento registrados pela interferometria na região da área do poço M#10






PLANO DE FECHAMENTO DE MINA				
ÁREA : Lavra de Sal-gema	Pág. : 23	Nº Rev. : 0	Data :20/09/2019	Por: Alex Cardoso

Gráfico 6 - Dados de movimento registrados pela interferometria na região da área do poço M#15

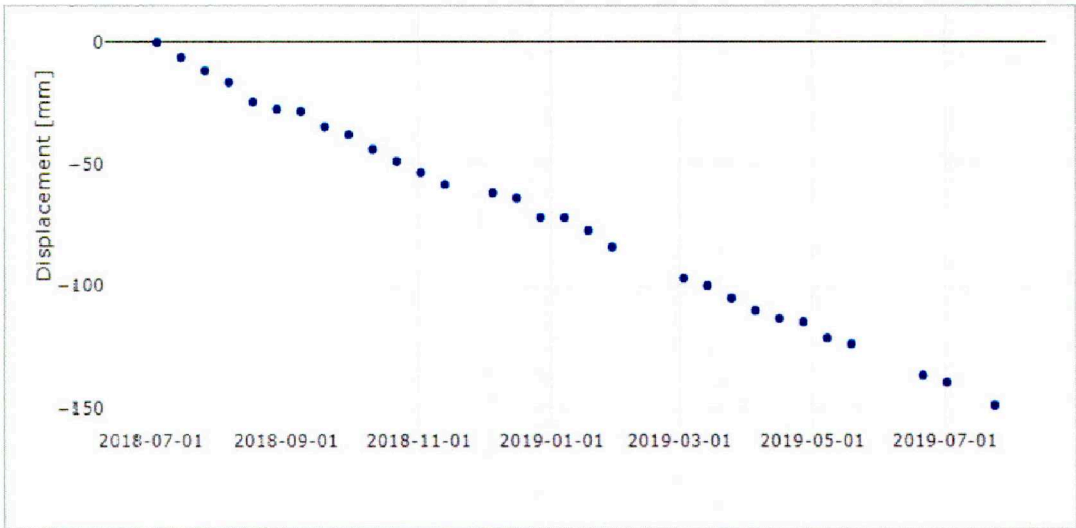
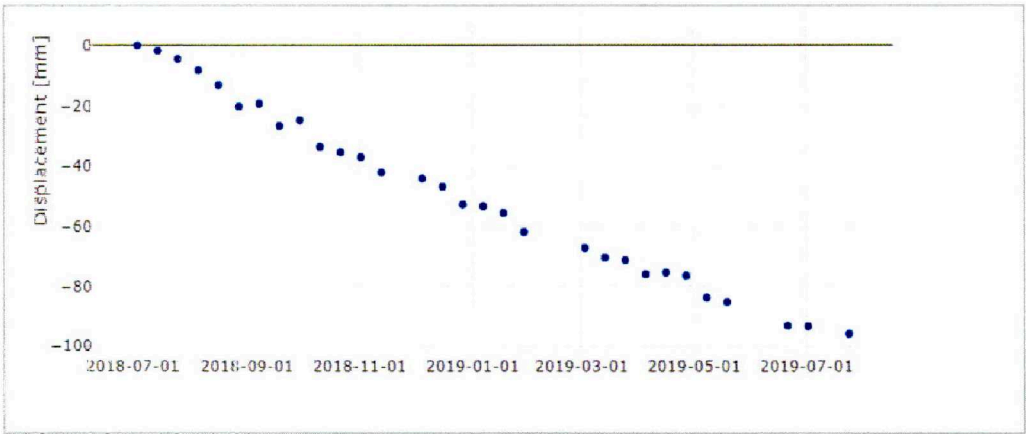
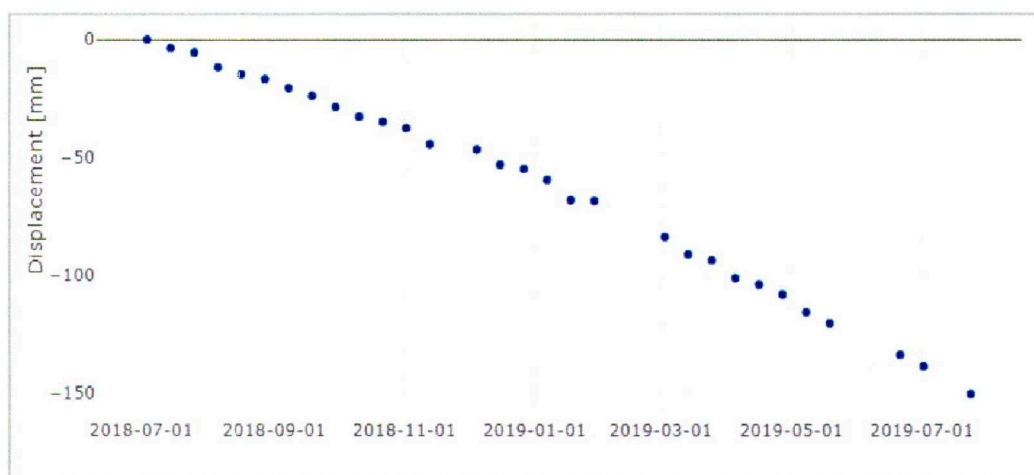


Gráfico 7 - Dados de movimento registrados pela interferometria na região da área do poço M#11 registrada



PLANO DE FECHAMENTO DE MINA			Braskem	
ÁREA : Lavra de Sal-gema	Pág. : 24	Nº Rev. : 0	Data :20/09/2019	Por: Alex Cardoso

Gráfico 8 - Dados de movimento registrados pela interferometria na região da área do poço M#32



Adicionalmente, foram contratados os dados de interferometria a partir de 2004 para fins de complementação do histórico do monitoramento. A previsão é de que os dados estejam disponíveis na primeira quinzena de outubro/2019 quando então serão disponibilizados para a ANM.

O anexo 7 deste documento apresenta seções transversais e longitudinais com a série histórica de recalques entre 2011 e 2019 medidos por interferometria.

Recentemente foram realizadas três campanhas topográficas pela empresa BIOMAP, cuja periodicidade de realização é mensal até dezembro/2019. Para fins de realização das medições, foram instalados 30 pontos de controle na região da lavra, onde são realizados os nivelamentos geométricos duplos (nivelamento e contra-nivelamento), a fim de determinar a cota de cada ponto.

A Braskem instalou uma rede DGPS (*Differential Global Positioning System*) com o objetivo de monitorar movimentações do terreno em 3D nas áreas da lavra. Segundo Sejas et al (2013), o DGPS é um método de posicionamento em tempo real que faz uso de pelo menos dois receptores GPS. Um deles é instalado sobre um ponto de coordenadas conhecidas, quando passa a ser designado como “estação base” ou “estação de referência”, e o outro percorre o caminho ou os pontos que se deseja obter as coordenadas (estação móvel ou estação usuária).

A estação base tem a função de determinar correções de pseudodistância (PRC – Pseudorange Corrections) e as variações das correções das pseudodistâncias (RRC – Range Rate Corrections), que são transmitidas à estação usuária em tempo real.

A rede de DPGS que foi instalada pela Braskem é composta por 18 (dezoito) estações usuárias, nas quais 10 (dez) estão localizadas na área onde ocorre a lavra de sal-gema abrangendo os bairros do Mutange, Bebedouro e Pinheiro (sob gestão da Braskem), além de 8 (oito) estações usuárias no bairro do Pinheiro que foram doadas à prefeitura de Maceió-AL (sob gestão da Prefeitura). Além disso, foram instaladas duas estações base para fins de referência: uma estação base no 59ª Batalhão de



PLANO DE FECHAMENTO DE MINA			Braskem	
ÁREA : Lavra de Sal-gema	Pág. : 25	Nº Rev. : 0	Data :20/09/2019	Por: Alex Cardoso

Infantaria Motorizada do Exército que está localizado na Av. Fernandes Lima nº 1970 e outra na unidade de Cloro soda da Braskem.

A rede de monitoramento teve seu comissionamento concluído no final de julho/2019 pela empresa responsável pela sua instalação, viabilizando a aquisição dos dados e a disponibilização de informações a partir daquele mês.

Os gráficos abaixo apresentam a subsidência registrada nos 10 DGPS instalados sob gestão da Braskem, com base no relatório pós-processado do período de 12 horas. O sistema DGPS gera relatórios em 3 periodicidades distintas: a cada 1 hora, 2 horas e 12 horas. Os dados obtidos no período de 12 horas são mais estáveis (possuem menos ruído), de modo que estes foram utilizados para elaboração dos gráficos abaixo.

Gráfico 9 - Dados de subsidência registrados pelo DGPS localizado na região do poço M#01

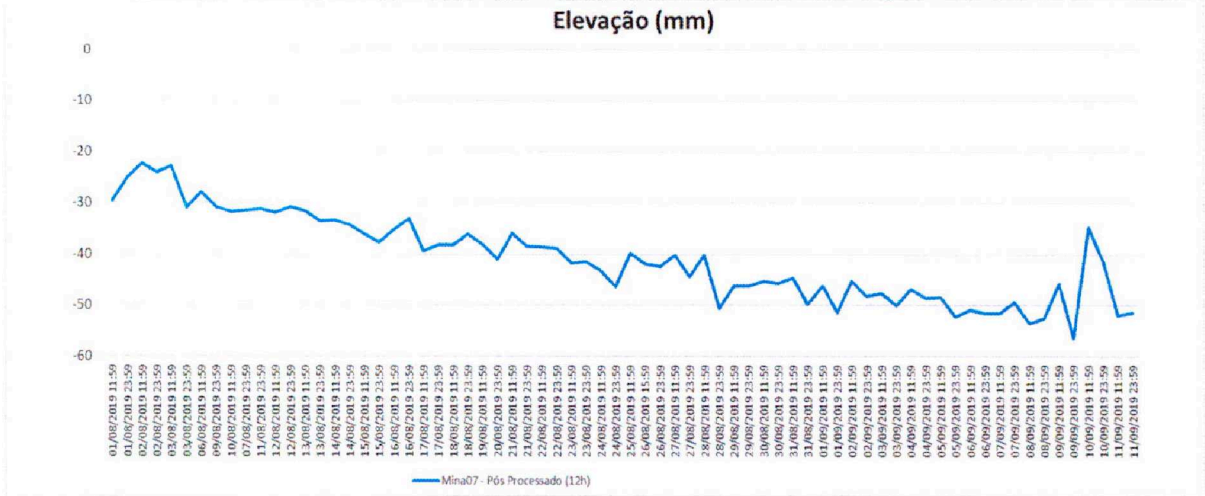
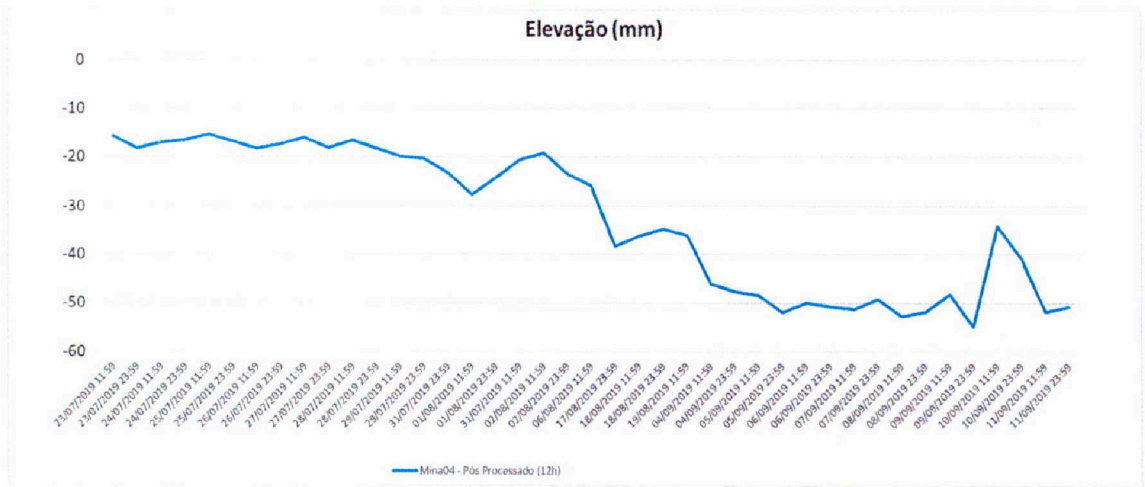


Gráfico 10 - Dados de subsidência registrados pelo DGPS localizado na região do poço M#04



PLANO DE FECHAMENTO DE MINA			Braskem	
ÁREA : Lavra de Sal-gema	Pág. : 26	Nº Rev. : 0	Data :20/09/2019	Por: Alex Cardoso

Gráfico 11 - Dados de subsidência registrados pelo DGPS localizado na região do poço M#06

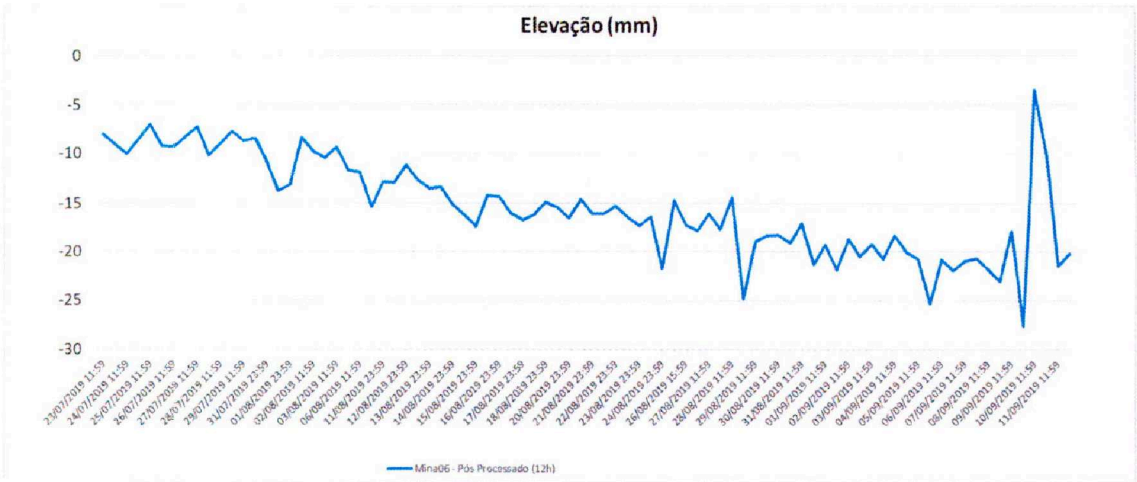
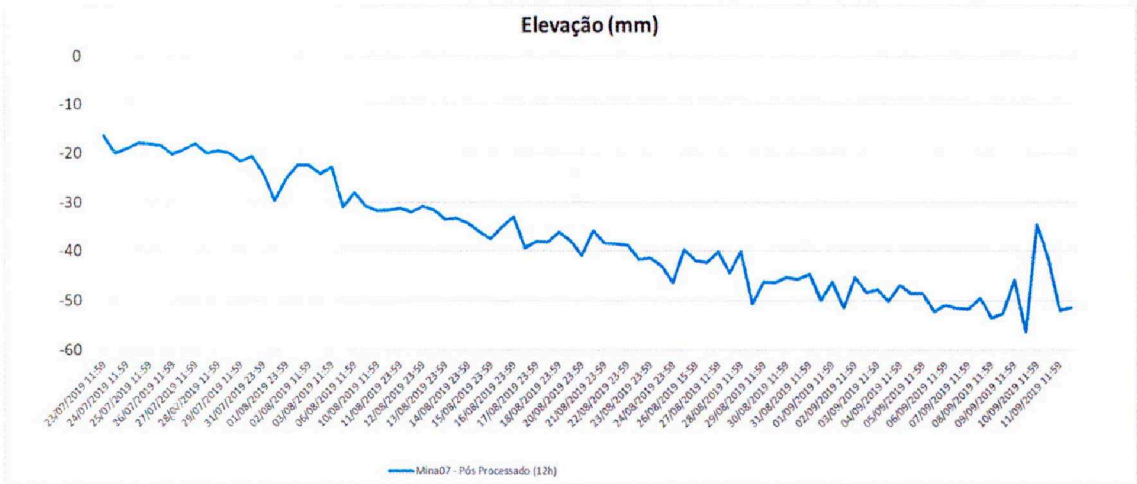


Gráfico 12 - Dados de subsidência registrados pelo DGPS localizado na região do poço M#07





PLANO DE FECHAMENTO DE MINA			Braskem	
ÁREA : Lavra de Sal-gema	Pág. : 27	Nº Rev. : 0	Data :20/09/2019	Por: Alex Cardoso

Gráfico 13 - Dados de subsidência registrados pelo DGPS localizado na região do poço M#09

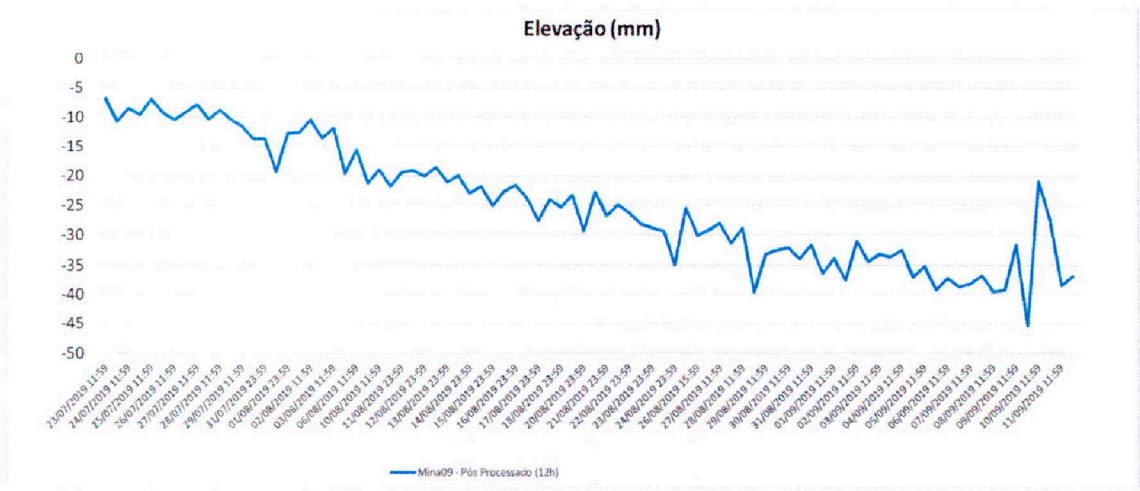
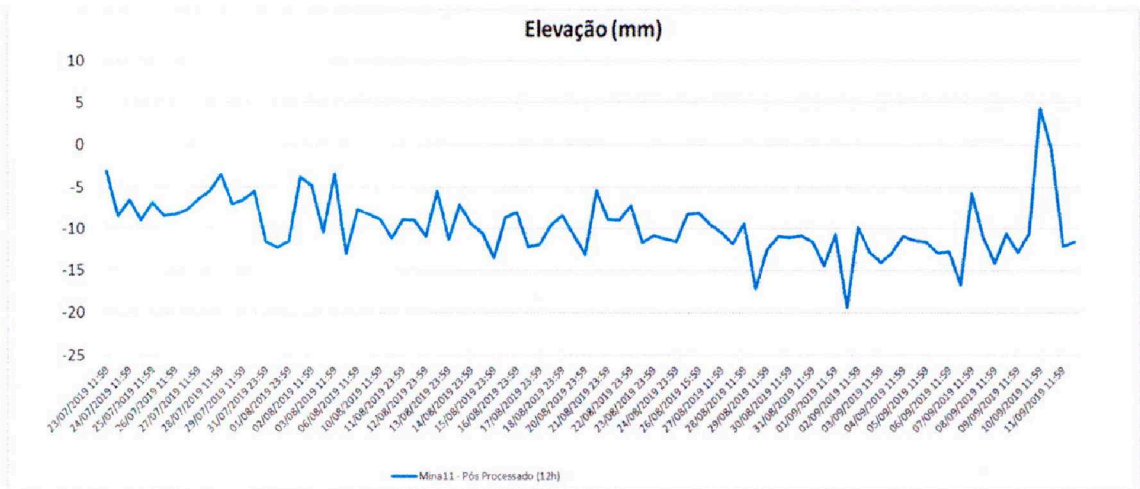


Gráfico 14 - Dados de subsidência registrados pelo DGPS localizado na região do poço M#11



PLANO DE FECHAMENTO DE MINA			Braskem	
ÁREA : Lavra de Sal-gema	Pág. : 28	Nº Rev. : 0	Data :20/09/2019	Por: Alex Cardoso

Gráfico 15 - Dados de subsidência registrados pelo DGPS localizado na região do poço M#16

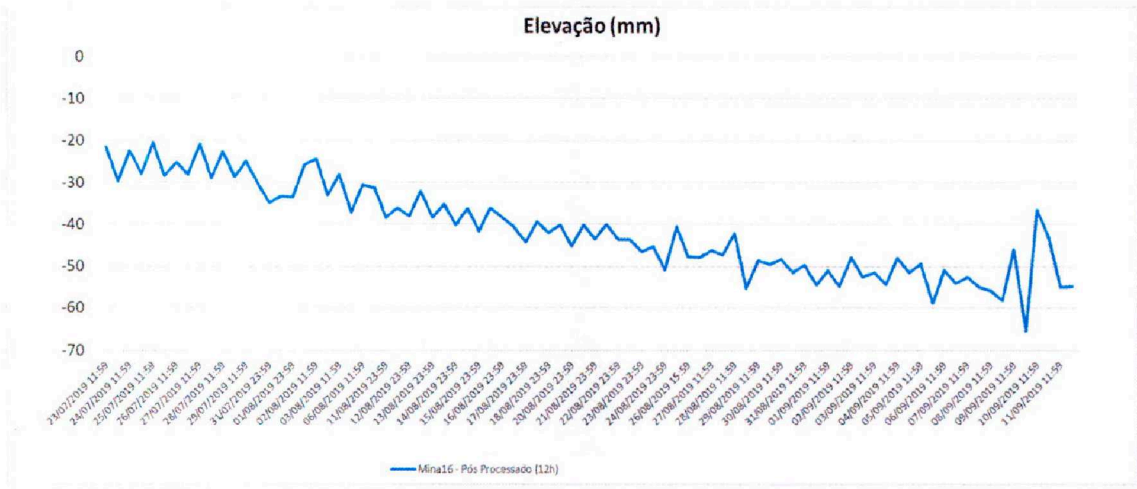
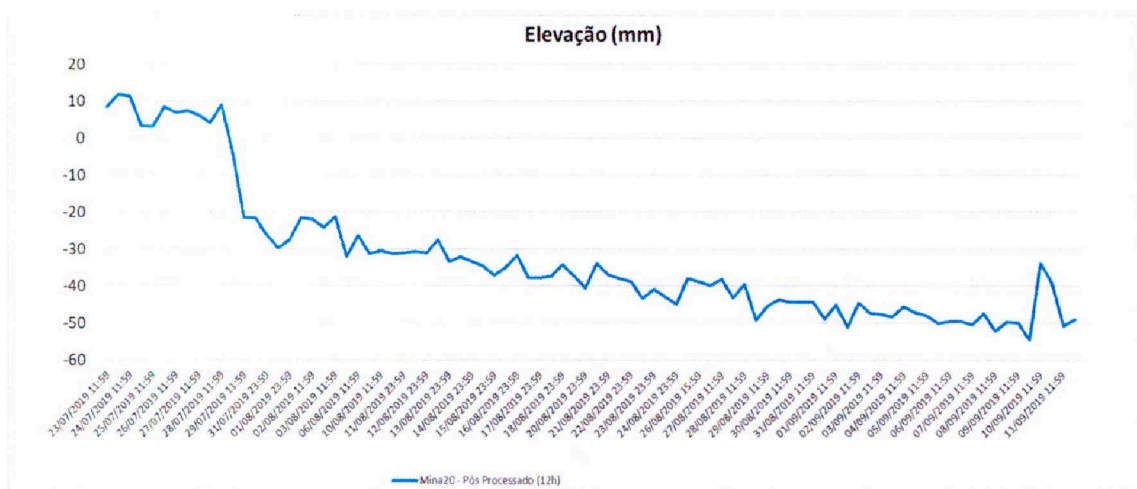


Gráfico 16 - Dados de subsidência registrados pelo DGPS localizado na região do poço M#20





PLANO DE FECHAMENTO DE MINA			Braskem	
ÁREA : Lavra de Sal-gema	Pág. : 29	Nº Rev. : 0	Data :20/09/2019	Por: Alex Cardoso

Gráfico 17 - Dados de subsidência registrados pelo DGPS localizado na região do poço M#32

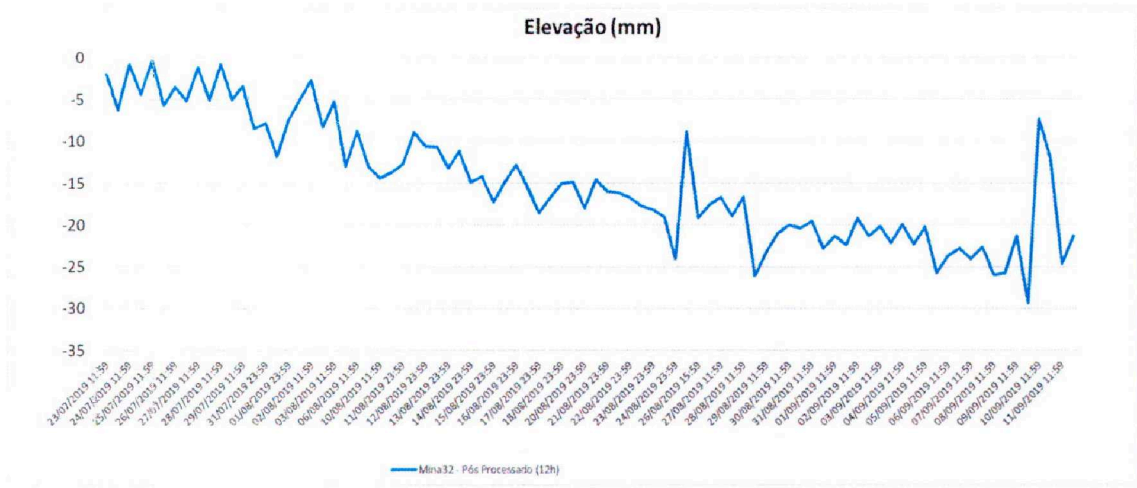
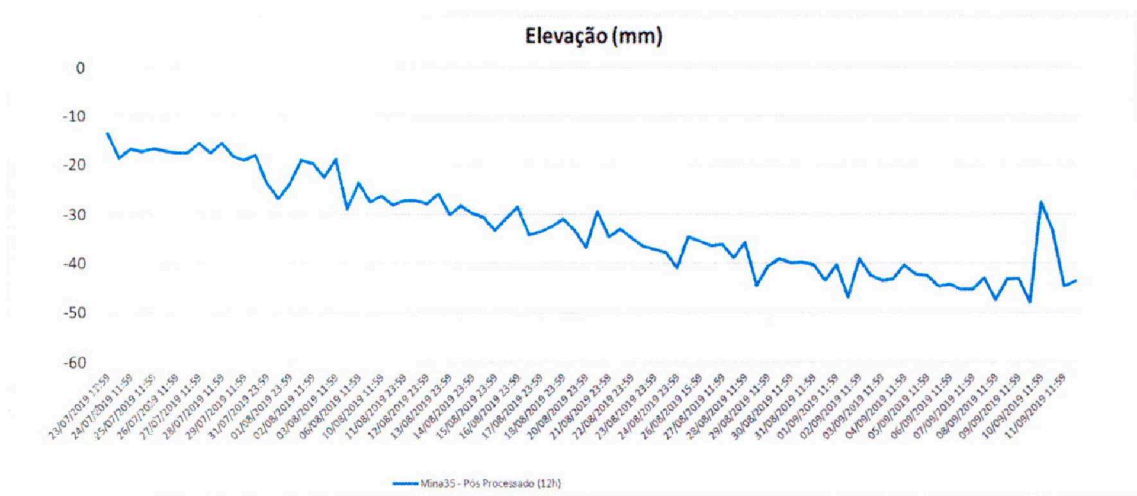



Gráfico 18 - Dados de subsidência registrados pelo DGPS localizado na região do poço M#35



## 6.5 HISTÓRICO DO MOVIMENTO DOS ESTRATOS GEOLÓGICOS

Entre março e setembro de 2019, foram realizadas inspeções com giroscópio nos poços M#01, M#02, M#04, M#06, M#07, M#10, M#11, M#13, M#15, M#16, M#17, M#19D, M#20D, M#21D, M#22, M#24D, M#25D, M#27D, M#28D, M#29D, M#31D, M#32D e M#35D com a finalidade de identificar as posições em subsuperfície das deformações nas tubulações dentro dos poços por meio dos registros direcionais.

PLANO DE FECHAMENTO DE MINA				
ÁREA : Lavra de Sal-gema	Pág. : 30	Nº Rev. : 0	Data :20/09/2019	Por: Alex Cardoso

O giroscópio é um equipamento que registra a direção e inclinação do poço por meio de uma bússola giroscópica que não sofre interferência magnética, condição adequada para registros direcionais dentro dos revestimentos. As informações direcionais coletadas em 2019 dos poços citados acima mostram deformações localizadas em profundidades específicas, principalmente entre 200m e 400m. Os registros direcionais dos poços estão no anexo 8 deste documento.

6.6 INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DO MONITORAMENTO

6.6.1 PRESSÃO NOS POÇOS DE EXTRAÇÃO DE SAL

As pressões de operação na árvore de natal dos poços de extração de sal variaram entre 150 psi e 850 psi durante o período compreendido entre 1994 e 2018. Neste período, as pressões oscilaram dentro da faixa esperada, não revelando anormalidades no processo.

As medições recentes, após o fenômeno geológico, demonstram que os valores de pressão nas frentes de lavra M#01,M#13,M#14,M#28D,M#30D,M#32,M#33,M#34D e M#35D estão dentro da faixa esperada para poços desativados/paralisados. Com relação aos valores de pressão medidos na superfície das frentes de lavra M#02, M#04, M#06, M#07, M#09, M#11, M#12, M#15, M#16, M#17, M#18, M#21, M#22, M#23, M#24, M#25, M#26 e M#29D estão abaixo dos valores esperados, condição que revela um cenário de descontinuidade hidráulica entre a superfície e a cavidade, mas que não significa, necessariamente, perda de pressão na cavidade. Esta condição ainda está em investigação, mas pode ter sido provocada por cristalização de sal no interior do revestimento e/ou cisalhamento do revestimento cimentado em razão do fenômeno geológico que vem atingindo a região.

Conforme já esclarecido no último relatório mensal referente ao mês de agosto, as frentes de lavra M#03, M#05, M#08, M#10, M#18, M#19, M#20, M#27 e M#31, as quais foram tamponadas definitivamente ou provisoriamente não é possível a medição de pressão, uma vez que não existe mais contato hidráulico entre a cavidade e a superfície.

6.6.2 MEDIÇÃO DAS CAVIDADES SALINAS

As interpretações dos dados sonares referentes a campanha 2018/2019, contemplando a evolução de cada cavidade de acordo com o histórico dos sonares anteriores, realizados pela empresa internacional especialista em *solution mining Sabine Storage and Operations*, constam do Anexo 09.