

Análise do Plano de Fechamento de Mina – Braskem S. A. – Frentes de Lavra M#01 a M#19

Análises referentes aos Relatórios Consolidados de junho, julho e agosto 2020

1. Apresentou relatório Interpretativo e conclusivo da(s) frente(s) de lavra (cavidade/poço) incluindo a evolução da instabilidade do teto das cavidades: (☐ Sim ou ☒ Não)

Frente de Lavra M#01 – Autorizado - Ofício 9/2019/GER-AL - Físico

Comentários: Constatou-se que a Frente de Lavra M#01, pelas informações obtidas a partir da plotagem das seções elaboradas com os levantamentos sônicos realizados nos anos de 1981, 1985, 1989, 1995, 2019 e 2020, sofreu um deslocamento do teto de cerca de 85 metros em direção à superfície, estando este situado a uma profundidade de 27,5 metros abaixo do topo da camada salina.

A atualização relativa ao levantamento por eco sonda realizado em junho/2020, conforme consta no Relatório Consolidado (1732675 e 1697783), indicam uma movimentação do teto em mais 10 metros com aumento de 247 m³ no volume.

Não foi apresentada, todavia, uma abordagem interpretativa destes dados, no sentido de relatar ou estimar o comportamento desta cavidade no futuro.

A proposta de fechamento apresentada constitui-se no tamponamento dos poços (principal e auxiliar), impondo assim uma barreira física e eliminando a conexão hidráulica entre os poços e a cavidade, com o monitoramento da pressão, por meio de piezômetro, e da temperatura com o abandono permanente da cavidade.

Crítica: Considerando a falta de análise da instabilidade verificada pelo histórico dos levantamentos sônicos e levando em conta a proximidade do teto da cavidade em relação ao topo da camada salina, agora em cerca de 17,5 metros pelos dados atualizados, a proposta de abandono permanente com monitoramento da pressão não representa uma medida definitiva de fechamento.

Ainda, a falta de alternativas para um eventual colapso da cavidade, considerando a perda da conexão do equipamento de monitoramento, conforme o projeto desenvolvido, já relatado, indicam que a proposta apresentada não é satisfatória, devendo ser revista.

Frente de Lavra M#02 – Autorizado - Ofício 9/2019/GER-AL - Físico

Comentários: Constatou-se que a Frente de Lavra M#02, pelas informações obtidas a partir da plotagem das seções elaboradas com os levantamentos sônicos realizados nos anos de 1978, 1989 e 2019, sofreu um deslocamento do teto de cerca de 125 metros em direção à superfície, estando este situado a uma profundidade de 30 metros abaixo do topo da camada salina. Com a atualização do levantamento por eco sonda realizado em junho de 2020, constatou-se que o teto da cavidade atingiu a cota 938, indicando um deslocamento total de 137 metros e uma redução no volume de 4.351 m³, o que indica uma progressão do deslocamento do teto além da possibilidade de ocorrência de um colapso progressivo.

Não foi apresentada, todavia, uma abordagem interpretativa destes dados, no sentido de relatar ou estimar o comportamento desta cavidade no futuro.

A proposta de fechamento apresentada constitui-se no tamponamento dos poços (principal e auxiliar), impondo assim uma barreira física e eliminando a conexão hidráulica entre os poços e a cavidade, com o monitoramento da pressão, por meio de piezômetro, e da temperatura com o abandono permanente da cavidade.

Crítica: Considerando a falta de análise da instabilidade verificada pelo histórico dos levantamentos sônicos e levando em conta a proximidade do teto da cavidade em relação ao topo da camada salina, a proposta de abandono permanente com monitoramento da pressão não representa uma medida definitiva de fechamento.

Ainda, a falta de alternativas para um eventual colapso da cavidade ou simplesmente a eventual perda do equipamento de monitoramento conforme o projeto desenvolvido, o que já foi observado em outras frentes, indicam que a proposta apresentada não é satisfatória, devendo ser revista.

Frente de Lavra M#03 – PFM não protocolizado

Comentários: Nesta frente de lavra, segundo dados apresentados, foram realizados entre 1978 e 2020 quatro exames de sonar sendo os três últimos executados através do poço auxiliar. Os resultados dos sonares 2019 e 2020 mostraram que a cavidade está totalmente fora da camada salina, pelo colapso do teto da cavidade que ocorreu em 1986, segundo registros. Na época, uma interpretação dos dados demonstrou que o teto da cavidade se encontrava por volta de 791m (TVD). Atualmente, a cavidade encontra-se despressurizada com o topo situado à 708m (TVD) de profundidade, cerca de 210m acima do topo da camada salina que está em 918m (TVD), conforme apresentado no Relatório Analítico dos Sonares (1579561). De acordo com a interpretação da SSO, entre 1986 e 2020, a cavidade migrou 83 m na direção ascendente, a uma taxa média de 2,5 m por ano. Ainda segundo a SSO, essa cavidade pode evoluir na direção ascendente, embora de forma moderada. Os dois últimos sonares (maio e agosto/2020), não indicaram migração ascendente de cavidade, porém demonstraram uma importante redução no volume da cavidade.

Crítica: Não foram definidas medidas para fechamento desta frente, tendo sido proposto o monitoramento contínuo da cavidade pela consultoria contratada pela Braskem S. A.

Frente de Lavra M#04 – Aprovado - Ofício 15/2020/GER-AL (0722268)

Comentários: Constatou-se que a Frente de Lavra M#04, pelas informações obtidas a partir da plotagem das seções elaboradas com os levantamentos sônicos realizados nos anos de 1981, 1989 e 2019, sofreu um deslocamento do teto de cerca de 40,5 metros em direção à superfície, tendo ultrapassado o topo da camada salina em 27,50 metros.

A proposta da Braskem S. A. limitou-se a indicar a continuidade do acompanhamento da evolução da cavidade por levantamentos semestrais por sonar. A cavidade da frente de lavra M#04 encontra-se parcialmente fora da camada salina e acessível através do poço original. Segundo a SSO, essa cavidade ainda pode migrar ascendentemente de forma moderada, e por isso, recomenda o monitoramento regular por meio de sonar, a fim de obter novas informações para subsidiar o plano de fechamento definitivo. No entanto, em função da proximidade da cavidade M#07, que está fora da camada salina, a IFG, instituto alemão especializado em geomecânica, recomendou de forma preventiva, o preenchimento dessa cavidade com material sólido que será realizado através de um poço auxiliar a ser construído.

Não foi apresentada qualquer proposta para fechamento definitivo da frente de lavra.

Crítica: Considerando a falta de análise da instabilidade verificada pelo histórico dos levantamentos sônicos e levando em conta que a cavidade ultrapassou o topo da camada salina, não havendo previsão sobre o eventual contínuo abatimento do teto sem previsão de estabilização. Em decorrência dos resultados dos estudos realizados pelo IFG (consultoria em geomecânica) no final de 2019, a Braskem decidiu promover o preenchimento dessa cavidade com areia através de um poço auxiliar a ser construído, conforme já foi informado à ANM no início de 2020, porém não apresentou o plano executivo do fechamento. A falta de alternativas para um eventual colapso da, indicam que a proposta apresentada não é satisfatória, devendo ser revista.

Frente de Lavra M#05 – PFM não protocolizado

Comentários: A Frente de Lavra M#05 teve duas investigações por sonar, tendo sido a mais recente em 1985, o qual já revelou que a cavidade estava em processo de colapso, já fora da camada salina. Em razão da falta de acesso pela interrupção do poço principal, foram feitas duas tentativas de acesso com poços auxiliares sem sucesso. Então foram aplicadas técnicas de geofísica, sugerem que o topo da cavidade esteja 641m (TVD) com a cavidade preenchida por sedimentos.

Crítica: Não foi apresentada qualquer solução técnica para esta frente de lavra, sendo que a Braskem se limitou a informar a realização de novos estudos e novas tentativas de acesso para realização de exame por sonar, porém sem definir cronograma. Tais providências não são satisfatórias.

Frente de Lavra M#06 – PFM não protocolizado

Comentários: Para esta frente de lavra, ao longo dos anos, foram realizados três exames de sonar através do poço original. O último exame de sonar foi realizado em 1989 e revelou que a cavidade estava parcialmente fora da camada salina, com o topo situado em 975m (TVD) de profundidade, cerca de 3m acima do topo da camada salina que está em 978m (TVD). Em 2019, devido à existência de um dano no poço original, foram construídos cinco poços auxiliares para realizar o exame de sonar, porém em nenhum poço foi possível obter imagens da cavidade. A interpretação de dados geofísicos e perfilagem sugerem que a cavidade possui o topo situado em 788m (TVD) e possivelmente está preenchida por sedimentos. A Braskem afirma que realizará estudos adicionais para confirmar essa interpretação. **Crítica:** A falta de objetividade e de proatividade na busca de solução para a situação verificada, para a qual não foi estabelecido nem um cronograma, indicam que as ações adotadas não são satisfatórias.

Frente de Lavra M#07 – PFM não protocolizado

Comentários: Segundo os relatórios apresentados, entre 1979 e 2020 foram realizados 10 exames de sonar nesta frente de lavra, todos realizados através do poço original. O último realizado em agosto de 2020, relevou que a cavidade está totalmente fora da camada salina e o topo se encontra em 707,9m (TVD) de profundidade, cerca de 182m acima do topo da camada salina que está em 890m (TVD). Conforme já reportado, há uma conexão desta com a frente de lavra M#19D, não tendo sido possível observar essa conexão por meio das novas imagens de sonar. Segundo consta no Relatório Consolidado de agosto/2020, os últimos 3 sonares mostraram que a migração ascendente ainda ocorre de forma moderada, evidenciado pela mudança de 33m no topo da cavidade em cerca de 18 meses. A condição de conexão existente, associada à proximidade da cavidade M#04, que está parcialmente fora da camada salina, criou segunda consta no mesmo relatório, um estado de estresse nos pilares dessa região que se reflete em valores importantes de subsidência. A proposta apresentada diante desse cenário, com orientações do IFG e a SSO (consultoras contratadas pela Braskem S. A.) prevê o preenchimento dessa cavidade com material sólido através de um poço auxiliar a ser construído, além do monitoramento por sonar até o início das atividades de preenchimento.

Crítica: Embora a Braskem S. A. já tenha definido o procedimento de fechamento a ser adotado na Frente de Lavra, até o presente não foi apresentado projeto ou cronograma para execução, permanecendo em andamento e evoluindo o processo de colapso identificado. Tal condição não pode ser considerada como satisfatória.

Frente de Lavra M#08 – PFM não protocolizado

Comentários: Foram realizados na frente de lavra M#08 4 (quatro) exames por sonar entre 1979 e 2019 através do poço original. O último foi realizado em 1995 e revelou que a cavidade estava parcialmente fora da camada salina, com o topo situado em 852m (TVD) de profundidade, cerca de 15m acima do topo da camada salina que está em 867m (TVD). Em 2019, foram construídos quatro poços auxiliares para realizar o exame de sonar em razão de obstrução no poço principal, porém não possível obter imagens da cavidade. A interpretação das informações da perfuração e de dados de técnicas de geofísica, sugerem que a cavidade possui o topo situado em 554m (TVD) estando preenchida por sedimentos.

Crítica: Embora a Braskem S. A. afirme que continua investigando a situação, não foi apresentado projeto ou plano de investigação tampouco plano executivo para o fechamento e estabilização da cavidade.

Frente de Lavra M#09 – PFM protocolizado - Aguarda Aprovação (1237539)

Comentários: Na frente de lavra M#9, foram feitos três monitoramentos por sonar, sendo um em 1989, 1995 e outro em 2019. O último exame do sonar foi realizado no dia 13/10/2019 e revelou que a cavidade se encontra totalmente dentro da camada salina e está conjugada com a cavidade M#12. O topo da cavidade está numa profundidade de 942,5m, 32,5m abaixo do topo da camada de sal que está localizado em 910m. Nessa condição, foi recomendado, pela consultoria especializada em solution mining, o fechamento da frente de lavra por meio do procedimento de tamponamento dos poços original e auxiliar. Salienta-se ainda que, os poços originais das frentes de lavra M#9 e M#12 devem ser reparados ou interceptados para o processo de tamponamento. A condição identificada, por outro lado, conforme consta no Relatório Consolidado, os danos no poço principal impedem a pressurização, tendo sido previsto o tamponamento dos mesmos com a pressurização e monitoramento.

Crítica: A solução proposta não é consistente, tendo em vista que há esforços atuando que estão fora de controle e podem manter a instabilidade da cavidade, além do fato de estar já em conexão com a Frente de Lavra M#12, não se tratando, portanto de medidas para fechamento definitivo da cavidade. Além disso não foi apresentado um cronograma para a realização do fechamento definitivo.

Frente de Lavra M#10 - Autorizado - Ofício 9/2019/GER-AL - Físico

Comentários: Entre 1982 e 2019 foram realizados quatro exames de sonar (tabela 9) tendo sido o último realizado em 2019, revelando que a cavidade estava pressurizada e completamente dentro da camada salina, com o topo localizado à 922m de profundidade, cerca de 23m abaixo do topo da camada de sal (899m), conforme apresentado no Relatório Analítico dos Sonares (1579561). De acordo com as interpretações da SSO, o poço dessa frente de lavra está apto a ser tamponado, o que foi autorizado pela ANM por meio do Ofício 09/2019/GER-AL. Comparando-se os últimos dois sonares (2003 e 2019), observa-

se uma redução relevante do volume da cavidade, que, de acordo com a Braskem S. A., se deveu à injeção de rejeito do tratamento de salmoura nessa cavidade no período de 2000 e 2011.

Crítica: Embora autorizado o tamponamento dos acessos para a Frente de Lavra M#10, a partir da evolução dos estudos análises e discussões, o GT entendeu que esta não se trata de uma medida de Fechamento definitivo, visto que não foram apresentadas garantias ou indícios de estabilidade da cavidade. A própria redução do volume pode indicar a deposição de sedimentos originados em abatimentos do teto, sem que fossem apresentados elementos que indiquem a estabilidade da cavidade.

Frente de Lavra M#11 – PFM protocolizado - Aguarda aprovação (0779506)

Comentários: Nesta cavidade foram realizados entre 1986 e 2020 quatro exames de sonar, tendo sido os dois últimos executados através do poço auxiliar em razão do cisalhamento do revestimento no poço original. Os resultados dos sonares 2019 e 2020 relevaram que a cavidade está totalmente fora da camada salina, encontrando-se atualmente, despressurizada com o topo situado à 816m (TVD) de profundidade, cerca de 109m acima do topo da camada salina que está em 925m (TVD). De acordo com as interpretações da SSO, ainda ocorre a migração ascendente da cavidade, fato evidenciado pela mudança de 5m no topo da cavidade em cerca de 9 meses. No dia 25.11.2019, foi apresentado projeto executivo relacionado ao plano de fechamento definitivo desta frente de lavra (0779506), o qual recomenda o tamponamento do poço original e a continuidade do monitoramento por meio de sonar no poço auxiliar, para avaliação futura sobre a necessidade de preenchimento, ou não, da cavidade com material sólido.

Crítica: Não foi apresentado projeto específico para fechamento ou monitoramento, tendo em vista a interrupção do acesso, conforme descrita. Também não foi apresentado cronograma para a implantação de plano de fechamento executivo.

Frente de Lavra M#12 – PFM protocolizado - Aguarda aprovação (1237539)

Comentários: O exame de sonar, realizado em 2019, revelou que a cavidade se encontra totalmente dentro da camada salina e está conjugada com a cavidade M#09. O topo da cavidade está numa profundidade de 942,5m (TVD), cerca de 52m abaixo do topo da camada de sal, localizado em 890m (TVD), conforme apresentado no Relatório Analítico dos Sonares (1579561). De acordo com a interpretação da SSO, os poços (original e auxiliar) dessa frente de lavra estão aptos a serem tamponados. A cavidade da frente de lavra M#12 encontra-se totalmente dentro da camada salina e conjugada com a cavidade M#09, porém acessível apenas através do poço auxiliar, tendo sido previsto o tamponamento dos acessos e instalação de piezômetro.

Crítica: Mais uma vez não foram apresentados elementos que possam atestar a estabilidade da cavidade, assim como não foram apresentados cronograma ou projeto de fechamento definitivo da frente de lavra.

Frente de Lavra M#13 - Autorizado - Ofício 9/2019/GER-AL - Físico

Comentários: Nesta frente de lavra, foram realizados dois exames de sonar entre 1988 e 2019 que relevaram um deslocamento ascendente dentro da camada salina. O último exame de sonar, realizado em 2019, que a cavidade está pressurizada e completamente dentro da camada salina, indicando, porém, uma descamação das intercalações de folhelhos na região superior da cavidade quando comparado com as imagens de sonar datadas de 1995 (SSO, 2019). O topo da cavidade está localizado à 1000m de profundidade, cerca de 79m abaixo do topo da camada de sal (921m), conforme apresentado no Relatório Analítico dos Sonares (1579561). De acordo com a interpretação da SSO, o poço dessa frente de lavra está apto a ser tamponado, o que foi autorizado pela ANM por meio do Ofício 09/2019/GER-AL. O plano apresentado prevê o tamponamento dos acessos e, por exigência da ANM, o monitoramento da pressão. Considerando a interrupção do acesso principal, a Braskem decidiu construir um novo acesso para cavidade M#13 através de um poço auxiliar, de forma a permitir a execução de todas as etapas previstas no plano de fechamento. Concomitantemente, o poço original será tamponado definitivamente por meio do processo de cimentação. O poço auxiliar já foi perfurado e está aguardando a instalação dos piezômetros, cuja execução depende da conclusão das investigações dos eventos de falhas do sistema de medição de temperatura e pressão, observados nas frentes de lavra M#30D e M#32.

Crítica: Mais uma vez o plano apresentado não apresenta análise interpretativa da possível evolução do movimento da cavidade, também não apresenta cronograma ou alternativa caso o monitoramento da pressão seja interrompido pela perda da conexão com o piezômetro.

Frente de Lavra M#14 – PFM protocolizado – Aguarda aprovação (1424719)

Comentários: Entre 1992 e 2000 foram realizados três exames de sonar através do poço original. O último exame de sonar foi realizado em 2000 e revelou que a cavidade estava totalmente dentro da camada salina, com o topo situado em 961m (TVD) de profundidade, cerca de 68m acima do topo da camada salina que está em 893m (TVD). Em 2019, devido à inacessibilidade do poço original, foram construídos dois poços auxiliares para realizar o exame de sonar, porém em nenhum poço foi possível obter imagens da cavidade. A interpretação das informações da perfuração, das perfilagens, gravimetria utilizando técnica de aquisição microgravimétrica associada aos dados de sísmica de reflexão sugerem que a cavidade possui o topo situado em 881m (TVD) e possivelmente está preenchida por sedimentos, pelo menos, na região do alvo dos poços auxiliares. Segundo a Braskem serão realizados estudos adicionais para confirmar essa interpretação.

Crítica: Não foi apresentado projeto definitivo para esta frente de lavra, tampouco cronograma das intervenções informadas.

Frente de Lavra M#15 – PFM não protocolizado

Comentários: Foram realizados, entre 1992 e 2020, cinco exames de sonar. Na última intervenção no poço original, que ocorreu em 2019 para realização de sonar, não foi possível acessar a cavidade, pois foi constatado cisalhamento do revestimento de 9 5/8" por meio da perfilagem ótica na profundidade de 350m. Essa condição deixou a cavidade despressurizada e com nível estático igual a 69,1m, valor registrado em março de 2020. Diante desse cenário, um poço auxiliar foi construído com a finalidade de acessar à cavidade e efetuar o exame de sonar em outubro de 2019. O resultado do sonar de 2019 relevou estar a cavidade parcialmente fora da camada salina, cujo topo encontra-se em 894,2m (TVD) de

profundidade, cerca de 12m acima do topo da camada salina que está em 906m (TVD). A migração ascendente da cavidade, mesmo que de forma parcial, ocorreu, segundo a Braskem S. A. devido à queda dos folhelhos localizadas acima da camada salina na direção da cavidade M#14. Diante desse fato, a SSO concluiu, de forma preliminar, que pode ter ocorrido uma fusão da cavidade M#15 com a M#14, no entanto, essa possibilidade apenas poderá ser confirmada com o exame de sonar da cavidade M#14. Não foi apresentado plano de fechamento definitivo para esta frente.

Crítica: A conexão entre as cavidades M#15 e M#14m demonstra a fragilização do pilar de proteção entre estas, além de revelar incertezas sobre a estabilidade e o comportamento da movimentação destas. Não foi apresentado estudo da evolução das cavidades, projeto para o fechamento definitivo e cronograma para execução.

Frente de Lavra M#16 – PFM protocolizado – Aguarda aprovação (1237549)

Comentários: foram realizados três exames de sonar entre 1988 e 2019, sendo que o último ocorreu em 2019. Neste porém, ara realização de sonar, não foi possível acessar a cavidade através do poço original, em razão de um cisalhamento do revestimento de 9 5/8”, identificado por perfilagem ótica. Essa condição deixou a cavidade despressurizada e com nível estático igual a 35,9m, valor registrado em março de 2020. Foi construído um poço auxiliar com a finalidade de acessar à cavidade e efetuar o exame de sonar em setembro de 2019. A cavidade se encontra dentro da camada salina, com o topo localizado à 1023m (TVD) de profundidade, cerca de 94m abaixo do topo da camada de sal que está em 929m (TVD), conforme apresentado no Relatório Analítico dos Sonares (1579561). A proposta de fechamento apresentada pela Braskem S. A. segundo interpretação da SSO, consiste no tamponamento dos poços (original e auxiliar). A consultoria recomendou o tamponamento definitivo de ambos os poços (original e auxiliar) com o objetivo de criar uma barreira física entre os poços e o topo da cavidade salina, a fim de eliminar a conexão hidráulica entre eles, impedindo assim, a despressurização da cavidade salina. No entanto, a instalação dos piezômetros será realizada apenas no poço auxiliar, conforme plano de fechamento apresentado em abril de 2020.

Crítica: Para esta frente de lavra também não foi apresentado plano de fechamento definitivo, tão somente tamponamento dos acessos e monitoramento da pressão, sem estudos da possibilidade de evolução, deslocamento ou colapso ao longo do tempo.

Frente de Lavra M#17 – Aprovado - Ofício 15/2020/GER-AL (0722268)

Comentários: Foram realizados entre 1988 e 2020 doze exames de sonar, sendo último em maio de 2020. Este mostrou que a cavidade está totalmente fora da camada salina, o topo encontra-se em 756m (TVD) de profundidade, cerca de 164m acima do topo da camada salina que está em 920m (TVD). Segundo a interpretação da SSO, ainda ocorre a migração ascendente da cavidade, fato evidenciado pela mudança de 14m no topo da cavidade em cerca de 9 meses. O fechamento desta frente de lavra será realizado por meio de preenchimento, o qual foi aprovado pela ANM por meio do Ofício 15/2020/GER-AL. Esta frente mostrou uma importante redução no volume desde entre os dois últimos sonares realizados, conforme Relatório Consolidado de agosto 2020.

Crítica: Não foram apresentados estudos relativos ao possível colapso da cavidade ou interação com outras vizinhas, assim como não foram apresentadas medidas que garantam a estabilidade a partir do fechamento aprovado.

Frente de Lavra M#18 – PFM Protocolizado – Aguarda aprovação (1247648)

Comentários: Entre 1988 e 2019 foram realizados onze exames de sonar. O último, realizado em 2019, mostrou que a cavidade está despressurizada e completamente dentro da camada salina. Indicou a ocorrência de “descamação” das intercalações de folhelhos na região superior da cavidade (SSO, 2019) o que é compatível com abatimento. O topo da cavidade está localizado à 948m (TVD) de profundidade, cerca de 60m abaixo do topo da camada de sal (887,4m-TVD). De acordo com a interpretação da SSO, o poço dessa frente de lavra está apto a ser tamponado.

Crítica: Não foi apresentado estudo para impor estabilidade à cavidade que se mostrou instável, tampouco medidas alternativas para monitoramento, uma vez que o movimento longitudinal tende a promover a desconexão do piezômetro previsto para monitoramento da pressão.

Frente de Lavra M#19 Aprovado - Ofício 15/2020/GER-AL (0722268)

Comentários: Entre 1989 e 2019 foram realizados oito exames de sonar, todos realizados através do poço original, conforme a tabela 17. O último resultado de sonar, que foi realizado em fevereiro de 2019, relevou uma cavidade totalmente dentro da camada salina, cujo topo encontra-se em 874,2m (TVD) de profundidade, cerca de 26m abaixo do topo da camada salina que está em 864,2m (TVD). Apesar de existir uma conexão com a cavidade da frente de lavra M#07D, não foi possível observar essa conexão por meio das novas imagens de sonar. Ainda referente ao sonar realizado em 2019, observa-se um volume bastante reduzido da cavidade quando comparada com os sonares anteriores (tabela 17). Essa redução volumétrica da cavidade M#19D pode ser atribuída ao empolamento dos sedimentos depositados durante o processo de migração ascendente da cavidade M#07. Em novembro de 2019 e fevereiro de 2020, foram realizadas tentativas de realizar o sonar para monitoramento, mas não foi possível obter imagens com o sonar nas duas ocasiões. O fechamento desta frente de lavra será realizado por meio de preenchimento, o qual foi aprovado pela ANM por meio do Ofício 15/2020/GER-AL.

Crítica: Não foram apresentados estudos que demonstrem o comportamento futuro da cavidade, nem antes nem depois do preenchimento. Também não foi apresentado projeto de preenchimento e tampouco cronograma, sendo desconhecido o grau de estabilidade e eventuais consequências do colapso e conexão com a frente de lavra M#07.

2. Relatório integrando as informações obtidas da Interferometria, topografia, DGPS e outros, interpretativo e relacionado aos cenários e simulações de subsidência e movimentação do terreno na área de influência da frente de lavra (cavidade/poço), como fundamento para elaboração do plano de fechamento (☐Sim ou ☒Não):

Comentários: Foram apresentados os relatórios da integração dos dados de Interferometria, D-GPS e topografia, sendo o mais recente, já traduzido (1732687) que indicam uma boa aderência entre os dados InSar e D-GPS e uma baixa aderência entre algumas estações dos dados de topografia. Todos, porém indicam a continuidade do movimento com velocidades maiores na direção vertical e deslocamentos nas direções apontadas. Entretanto não foi apresentada qualquer abordagem em relação à

interferência destes com a instabilidade das cavidades e, menos ainda, propostas de medidas para estabilização destas e para inibir os deslocamentos verificados. Foi também apresentado um estudo do NGI, ainda não traduzido de forma juramentada, que define com clareza a zona de potencial dano estrutural, incluindo previsão do comportamento futuro relativo aos deslocamentos verticais e horizontais. Este, porém apresenta grande número de ressalvas tendo em vista o grande número de parâmetros ainda não avaliados.

3. Análise de riscos após fechamento e planos de contingência (☐Sim ou ☒Não)

Comentários: Não foram definidos indicadores para monitoramento e adoção de medidas de controle para o movimento longitudinal (horizontal) dos estratos e da direção deste, além da previsão de medidas emergenciais para execução no caso de perda dos dispositivos de monitoramento ou perda pressurização da cavidade assim como o controle da eventual variação no volume da cavidade.

4. Apresentou justificativa técnica para escolha do tipo de fechamento para cada frente de lavra (poço e cavidade): (☐Sim ou ☒Não)

Comentários: Como não há elementos suficientes para definir os parâmetros envolvidos no resultado identificado, verifica-se uma fragilidade na eficácia das medidas propostas para o fechamento. Não foram apresentadas justificativas que garantam a estabilidade da abertura resultante da interação das duas frentes de lavra.

5. Possui eventuais alterações dos PFM em análise e/ou já aprovados: ☐Sim ou ☒Não;

Comentários: Não foi apresentado o detalhamento das medidas de controle dos procedimentos propostos relacionados à cavidade (Frente de Lavra). As medidas apresentadas se restringem a descrever o tamponamento dos poços original e auxiliar.

6. Ações de monitoramento durante e pós fechamento (☐Sim ou ☒Não)

Comentários: Não constam do projeto proposto para o fechamento, a previsão de medidas a serem adotadas de acordo com os resultados do monitoramento da pressão nas cavidades por meio dos piezômetros a serem instalados. Não há previsão ou informações relativas aos intervalos de pressão a serem considerados, tampouco a determinação de limites inferiores ou superiores que permitam identificar eventuais riscos relacionados ao aumento da pressão, como resultado da fluência do sal ou outras causas ou mesmo com a redução, envolvendo perda de pressão por ruptura ou outras causas. Não foi justificada ou embasada a adoção e o efeito do emprego de blanket, assim como não foram definidos procedimentos para o monitoramento efetivo da estabilidade da cavidade após o fechamento. Não foram também definidos indicadores de alteração no comportamento esperado da cavidade após o tamponamento dos acessos (poços), limitando-se aos aspectos relacionados ao monitoramento da pressão.

7. Cronograma de execução: (☐Sim ou ☒Não)

Comentários: Foram apresentados cronogramas genéricos com constantes alterações, sendo o mais recente, juntado aos autos em 15/09/2020, integrando o Relatório Consolidado de agosto/2020 (1732683) às Fls. 93 e 94, ainda de forma incompleta.

8. Data prevista para o fechamento definitivo da cavidade, quando for o caso:

Comentários: Não há data prevista.

9. Plano de Fechamento assinado por profissional habilitado com ART ☐Sim ou ☒Não

Observações/Recomendações: Não se verificou a ART do plano apresentado.

10. Plano de Fechamento Aprovado: ☐Sim ou ☒Não

Observações/Recomendações: Até o presente, foram apresentadas solicitações de autorizações para intervenção imediata em caráter provisório em alguns poços em razão do risco de perda de acesso às cavidades, tais medidas foram autorizadas pela ANM. Foram também apresentados planos de fechamento contemplando especificamente o eventual tamponamento de v=cavidades e monitoramento contínuo sem apresentar medidas de controle da instabilidade de algumas cavidades e processo de evolução com possível futuro evento de colapso, sem a apresentação de plano para fechamento definitivo. Em outras cavidades, estas totalmente fora do estrato salino, para as quais foi previsto o preenchimento com material sólido, sem, no entanto, a apresentação de projeto executivo de fechamento

Crítica: O atual conjunto de informações obtidas pelos diversos estudos realizados já é suficiente para que a empresa apresente solução definitiva e consistente para estabilização das cavidades, devend, este, ser o objetivo a ser perseguido.

Análise Plano de Fechamento de Mina – Braskem S. A.**Anexo 2****Frente de Lavra #M20**

1. Apresentou relatório Interpretativo e conclusivo da(s) frente(s) de lavra (cavidade/poço) incluindo a evolução da instabilidade do teto das cavidades: (☒ Sim ou ☐ Não)

Comentários: Analisando-se as informações apresentadas, conforme o relatório analítico da SSO (Vol. 35) e Projeto fechamento de lavra (1579575) constatou-se que o topo da cavidade estava 13m do topo da sal em 2019. A taxa de subida do teto da cavidade foi de 4m/ano para os últimos 14anos. Isso significa que o topo dessa camada já pode estar fora da camada de sal. Está conectada com a #21. A SSO recomenda monitoramento com sonares futuros e confirmação de que os procedimentos de tamponamento de abandono permanente poderão ser executados. Caso a integridade do poço não puder ser estabelecida, investigações adicionais serão necessárias. Assim, houve relatório interpretativo, porém, ainda não é conclusivo. O projeto de fechamento de mina que foi apresentado (1579575) apresenta o fechamento por tamponamento e manutenção de pressão, mas não justifica tecnicamente e nem faz análise de risco em relação a pequena espessura de sal no teto. Também, não apresenta o plano de emergência. O plano de fechamento deve considerar a união com a cavidade #21.

2. Relatório integrando as informações obtidas da Interferometria, topografia, DGPS e outros, interpretativo e relacionado aos cenários e simulações de subsidência e movimentação do terreno na área de influência da frente de lavra (cavidade/poço), como fundamento para elaboração do plano de fechamento (☐ Sim ou ☒ Não):

Comentários: Somente os dados de movimentação global do terreno sem detalhamentos para cada frente de lavra.

3. Análise de riscos após fechamento e planos de contingência (☐ Sim ou ☒ Não)

Comentários: Não foram apresentados

4. Apresentou justificativa técnica para escolha do tipo de fechamento para cada frente de lavra (poço e cavidade): (☐ Sim ou ☒ Não)

Comentários: Não, a consultora sugere (em 2019) avaliação e acompanhamento da evolução da cavidade.

5. Possui eventuais alterações dos PFM em análise e/ou já aprovados: ☐ Sim ou ☒ Não;

Comentários: Não há plano de fechamento definido além do tamponamento provisório.

6. Ações de monitoramento durante e pós fechamento (☐ Sim ou ☒ Não)

Comentários: Somente foram apresentadas as recomendações de continuidade da realização de sonares (conforme a SSO).

7. Cronograma de execução: (☐ Sim ou ☒ Não)

Comentários: Não há informações sobre cronograma

8. Data prevista para o fechamento definitivo da cavidade, quando for o caso: [Clique ou toque aqui para inserir uma data.](#)

Comentários: Não há plano definitivo, tampouco data prevista.

9. Plano de Fechamento assinado por profissional habilitado com ART ☐ Sim ou ☒ Não

Observações/Recomendações: Não se aplica.

10. Plano de Fechamento Aprovado: ☐ Sim ou ☒ Não

Observações/Recomendações: Não foi apresentado plano de fechamento definitivo para a frente #20, sendo que o mesmo deverá estar associado com a #21, uma vez que ambas estão conectadas.

Análise Plano de Fechamento de Mina – Braskem S. A.**Anexo 2****Frente de Lavra #M21**

1. Apresentou relatório Interpretativo e conclusivo da(s) frente(s) de lavra (cavidade/poço) incluindo a evolução da instabilidade do teto das cavidades: (☐Sim ou ☒Não)

Comentários: Analisando-se as informações apresentadas, conforme o relatório analítico da SSO (1414423 e 1424692) constatou-se que o topo da cavidade se encontra 46 metros acima do topo do sal (vol. 190.851 m³), pode permanecer evoluindo para cima de forma moderada e formou uma única cavidade conectada com a #20. A SSO recomenda monitoramento com sonares futuros e confirmação de que os procedimentos de tamponamento de abandono permanente poderão ser executados abaixo da obstrução do revestimento de 9-5/8". Caso a integridade do poço não puder ser estabelecida, serão necessárias investigações adicionais. Assim, houve relatório interpretativo, porém, ainda não é conclusivo. Esse é caso típico de PFM da cavidade por meio de enchimento da cavidade por sólido. A empresa deve apresentar um cronograma de medidas de sonar em função da orientação da consultora para realizar nova medida.

2. Relatório integrando as informações obtidas da Interferometria, topografia, DGPS e outros, interpretativo e relacionado aos cenários e simulações de subsidência e movimentação do terreno na área de influência da frente de lavra (cavidade/poço), como fundamento para elaboração do plano de fechamento (☐Sim ou ☒Não):

Comentários: Somente os dados de movimentação global do terreno sem detalhamentos para cada frente de lavra.

3. Análise de riscos após fechamento e planos de contingência (☐Sim ou ☒Não)

Comentários: Não foram apresentados

4. Apresentou justificativa técnica para escolha do tipo de fechamento para cada frente de lavra (poço e cavidade): (☐Sim ou ☒Não)

Comentários: Ainda depende de avaliação futura e maiores informações.

5. Possui eventuais alterações dos PFM em análise e/ou já aprovados: ☐Sim ou ☒Não;

Comentários: Não há plano de fechamento definido além do tamponamento provisório.

6. Ações de monitoramento durante e pós fechamento (☐Sim ou ☒Não)

Comentários: Somente foram apresentadas as recomendações de continuidade da realização de sonares (conforme a SSO).

7. Cronograma de execução: (☐Sim ou ☒Não)

Comentários: Não há informações sobre cronograma

8. Data prevista para o fechamento definitivo da cavidade, quando for o caso: [Clique ou toque aqui para inserir uma data.](#)

Comentários: Não há plano definitivo, tampouco data prevista.

9. Plano de Fechamento assinado por profissional habilitado com ART ☐Sim ou ☒Não

Observações/Recomendações: Não se aplica.

10. Plano de Fechamento Aprovado: ☐Sim ou ☒Não

Observações/Recomendações: Não foi apresentado plano de fechamento definitivo para a frente #21, sendo que o mesmo deverá estar associado com a #20, uma vez que ambas estão conectadas. O acesso à cavidade da #21 ocorre por poço auxiliar, sendo que o poço original foi tamponado definitivamente.

Análise Plano de Fechamento de Mina – Braskem S. A.

Anexo 1

Frente de Lavra #M22

1. Apresentou relatório Interpretativo e conclusivo da(s) frente(s) de lavra (cavidade/poço) incluindo a evolução da instabilidade do teto das cavidades: (☐Sim ou ☒Não)

Comentários: Analisando-se as informações apresentadas, conforme o relatório analítico da SSO, constatou-se uma inconsistência relacionada à metodologia adotada para fechamento da FL M#22, visto que esta evoluiu e alcançou a FLM#23, identificando-se o possível colapso do pilar de segurança entre ambas

A empresa deve seguir as recomendações da consultora e apresentar PFM em conjunto com a cavidade que está conectada

2. Relatório integrando as informações obtidas da Interferometria, topografia, DGPS e outros, interpretativo e relacionado aos cenários e simulações de subsidência e movimentação do terreno na área de influência da frente de lavra (cavidade/poço), como fundamento para elaboração do plano de fechamento (☐Sim ou ☒Não):

Comentários: Sem elementos para análise

3. Análise de riscos após fechamento e planos de contingência (☐Sim ou ☒Não)

Comentários: Não foram definidos indicadores para monitoramento e adoção de medidas de controle para o movimento longitudinal (horizontal) dos estratos e da direção deste, além da previsão de medidas emergenciais para execução no caso de perda dos dispositivos de monitoramento ou perda pressurização da cavidade assim como o controle da eventual variação no volume da cavidade.

4. Apresentou justificativa técnica para escolha do tipo de fechamento para cada frente de lavra (poço e cavidade): (☐Sim ou ☒Não)

Comentários: Como não há elementos suficientes para definir os parâmetros envolvidos no resultado identificado, verifica-se uma fragilidade na eficácia das medidas propostas para o fechamento. Não foram apresentadas justificativas que garantam a estabilidade da abertura resultante da interação das duas frentes de lavra.

5. Possui eventuais alterações dos PFM em análise e/ou já aprovados: ☐Sim ou ☒Não;

Comentários: Não foi apresentado o detalhamento das medidas de controle dos procedimentos propostos relacionados à cavidade (Frente de Lavra). As medidas apresentadas se restringem a descrever o tamponamento dos poços original e auxiliar.

6. Ações de monitoramento durante e pós fechamento (☐Sim ou ☒Não)

Comentários: Não constam do projeto proposto para o fechamento, a previsão de medidas a serem adotadas de acordo com os resultados do monitoramento da pressão na cavidade por meio dos piezômetros a serem instalados; Não há previsão ou informações relativas aos intervalos de pressão a serem considerados, tampouco a determinação de limites inferiores ou superiores que permitam identificar eventuais riscos relacionados ao aumento da pressão, como resultado da fluência do sal ou outras causas ou mesmo com a redução, envolvendo perda de pressão por ruptura ou outras causas; Não foi justificada ou embasada a adoção e o efeito do emprego de blanket, assim como não foram definidos procedimentos para o monitoramento efetivo da estabilidade da cavidade após o fechamento, considerando que o histórico do comportamento desta ao longo do tempo demonstra que esta evoluiu até alcançar a cavidade M#23, sem que tenham sido apresentados elementos que indique estabilização. Não foram também definidos indicadores de alteração no comportamento esperado da cavidade após o tamponamento dos acessos (poços), limitando-se aos aspectos relacionados ao monitoramento da pressão

7. Cronograma de execução: (☐Sim ou ☒Não)

Comentários: Não há informações sobre cronograma

8. Data prevista para o fechamento definitivo da cavidade, quando for o caso: [Clique ou toque aqui para inserir uma data.](#)

Comentários: Não há data prevista. Aguarda provação do PFM

9. Plano de Fechamento assinado por profissional habilitado com ART ☐Sim ou ☒Não

Observações/Recomendações: Não se verificou ART do plano apresentado.

10. Plano de Fechamento Aprovado: ☐Sim ou ☒Não

Observações/Recomendações: O Plano de Fechamento da Frente de Lavra #22 não é satisfatório e deve ser objeto de complementação, inclusive com procedimentos específicos para o fechamento da FL M#23.

Análise Plano de Fechamento de Mina – Braskem S. A.**Anexo 2****Frente de Lavra #M23**

1. Apresentou relatório Interpretativo e conclusivo da(s) frente(s) de lavra (cavidade/poço) incluindo a evolução da instabilidade do teto das cavidades: (☐ Sim ou ☒ Não)

Comentários: Analisando-se as informações apresentadas, conforme o relatório analítico da SSO (1427706) e Projeto fechamento de lavra (1579575) constatou-se que o topo da cavidade está na cota 930m, 52m abaixo do topo da camada de sal. A taxa de subida do teto da cavidade foi de 2.6m/ano para os últimos 9 anos. Portanto, o toda a cavidade já está na camada de sal e com espessura de sal suficiente para o fechamento por tamponamento e manutenção de pressão, em princípio. A SSO afirma poço nº 23 está em condições adequadas para o tamponamento de abandono permanente, aguardando confirmação de que o procedimento de tamponamento de abandono permanente pode ser executado abaixo do revestimento de 9-5/8" rompido e deformado e depois de realizar um levantamento por sonar definitivo. Será executado mais uma medida com sonar para definir o método de fechamento. O projeto de fechamento de mina que foi apresentado (1579575) apresenta o fechamento por tamponamento e manutenção de pressão, mas não justifica tecnicamente e nem faz análise de risco em relação à espessura de sal no teto. Também, não apresenta o plano de emergência.

2. Relatório integrando as informações obtidas da Interferometria, topografia, DGPS e outros, interpretativo e relacionado aos cenários e simulações de subsidência e movimentação do terreno na área de influência da frente de lavra (cavidade/poço), como fundamento para elaboração do plano de fechamento (☐ Sim ou ☒ Não):

Comentários: Somente os dados de movimentação global do terreno sem detalhamentos para cada frente de lavra.

3. Análise de riscos após fechamento e planos de contingência (☐ Sim ou ☒ Não)

Comentários: Não foram apresentados

4. Apresentou justificativa técnica para escolha do tipo de fechamento para cada frente de lavra (poço e cavidade): (☐ Sim ou ☒ Não)

Comentários: Não, a consultora sugere avaliação e acompanhamento da evolução da cavidade.

5. Possui eventuais alterações dos PFM em análise e/ou já aprovados: ☐ Sim ou ☒ Não;

Comentários: Não há plano de fechamento definido além do tamponamento provisório.

6. Ações de monitoramento durante e pós fechamento (☐ Sim ou ☒ Não)

Comentários: Foram apresentadas as recomendações a realização de sonar complementar para definir o plano de fechamento recomendado (conforme a SSO).

7. Cronograma de execução: (☐ Sim ou ☒ Não)

Comentários: Não há informações sobre cronograma

8. Data prevista para o fechamento definitivo da cavidade, quando for o caso: [Clique ou toque aqui para inserir uma data.](#)

Comentários: Não há plano definitivo, tampouco data prevista.

9. Plano de Fechamento assinado por profissional habilitado com ART ☐ Sim ou ☒ Não

Observações/Recomendações: Não se aplica.

10. Plano de Fechamento Aprovado: ☐ Sim ou ☒ Não

Observações/Recomendações: Foi apresentado de plano de fechamento definitivo e foi recomendado pela consultora investigação adicional para confirmar o fechamento e estabilidade por manutenção da pressão interna.

Análise Plano de Fechamento de Mina – Braskem S. A.**Anexo 2****Frente de Lavra #M24**

1. Apresentou relatório Interpretativo e conclusivo da(s) frente(s) de lavra (cavidade/poço) incluindo a evolução da instabilidade do teto das cavidades: (☐ Sim ou ☒ Não)

Comentários: O relatório da FLODIN mostra o sonar realizado em 1/7/2020, o qual confirma o sonar feito em março e o relatório da SSO. A cavidade está praticamente fechada com volume medido de 0.84m³. O penúltimo sonar de março de 2020, a cavidade estava com 26.35m³ e cerca de 69m acima do topo da camada de sal. A penúltima leitura foi em 2005, onde o topo da cavidade estava 25m abaixo do topo do sal e volume de 175728m³. Isso significa que em 15 anos o topo da cavidade subiu cerca de 51m e a cavidade fechou totalmente. Essa cavidade é um exemplo da hipótese da consultora alemã, na qual a cavidade teria abatimento do teto progressivo e material de escombros preenche a cavidade até fechá-la completamente. A SSO recomenda tentar novo sonar para confirmar a última leitura do sonar. Nesse ponto, a cavidade estaria estável porque não há como progredir o abatimento do teto devido a falta de espaço vazio. Para essa cavidade, solicitar o PFM e o plano de monitoramento de subsidência para a superfície acima da cavidade. Essa cavidade pode ser um balizamento temporal de quanto tempo uma cavidade pode avançar e provocar fechamento (colapso) total. O projeto de fechamento de mina que foi apresentado (1579575) completamente desconexo com a realidade geométrica da cavidade. Apresenta o tamponamento do poço, mas não justifica tecnicamente e nem faz análise de risco; muito menos apresenta estudo se essa cavidade tem a prerrogativa de ter colapsado totalmente.

2. Relatório integrando as informações obtidas da Interferometria, topografia, DGPS e outros, interpretativo e relacionado aos cenários e simulações de subsidência e movimentação do terreno na área de influência da frente de lavra (cavidade/poço), como fundamento para elaboração do plano de fechamento (☐ Sim ou ☒ Não):

Comentários: Somente os dados de movimentação global do terreno sem detalhamentos para cada frente de lavra.

3. Análise de riscos após fechamento e planos de contingência (☐ Sim ou ☒ Não)

Comentários: Não foram apresentados

4. Apresentou justificativa técnica para escolha do tipo de fechamento para cada frente de lavra (poço e cavidade): (☐ Sim ou ☒ Não)

Comentários: Não, a consultora sugere avaliação e acompanhamento da evolução da cavidade.

5. Possui eventuais alterações dos PFM em análise e/ou já aprovados: ☐ Sim ou ☒ Não;

Comentários: Não há plano de fechamento definido além do tamponamento provisório.

6. Ações de monitoramento durante e pós fechamento (☐ Sim ou ☒ Não)

Comentários: Foram apresentadas as recomendações a realização de sonar complementar para definir o plano de fechamento recomendado (conforme a SSO).

7. Cronograma de execução: (☐ Sim ou ☒ Não)

Comentários: Não há informações sobre cronograma

8. Data prevista para o fechamento definitivo da cavidade, quando for o caso: [Clique ou toque aqui para inserir uma data.](#)

Comentários: Não há plano definitivo, tampouco data prevista.

9. Plano de Fechamento assinado por profissional habilitado com ART ☐ Sim ou ☒ Não

Observações/Recomendações: Não se aplica.

10. Plano de Fechamento Aprovado: ☐ Sim ou ☒ Não

Observações/Recomendações: Não foi apresentado plano de fechamento definitivo.

Análise Plano de Fechamento de Mina – Braskem S. A.**Anexo 2****Frente de Lavra #M25**

1. Apresentou relatório Interpretativo e conclusivo da(s) frente(s) de lavra (cavidade/poço) incluindo a evolução da instabilidade do teto das cavidades: (☐ Sim ou ☒ Não)

Comentários: Analisando-se as informações apresentadas, conforme o relatório analítico da SSO (1424708) e Projeto fechamento de lavra (1579575) constatou-se que o topo da cavidade está na cota 585m, 326m acima do topo da camada de sal. A taxa de subida do teto da cavidade foi de 31m/ano para os últimos 10anos. Portanto, o toda a cavidade já está fora da camada de sal e próximo a camada de conglomerado. A SSO recomenda monitoramento com sonares para confirmação do procedimento de fechamento permanente que será executado. Será executado mais medidas com sonares para definir o método de fechamento. O projeto de fechamento de mina que foi apresentado (1579575) apresenta o fechamento por tamponamento e manutenção de pressão, mas não justifica tecnicamente e nem faz análise de risco em relação a pequena espessura de sal no teto. Também, não apresenta o plano de emergência. O plano apenas mostra o processo de tamponamento do poço original.

2. Relatório integrando as informações obtidas da Interferometria, topografia, DGPS e outros, interpretativo e relacionado aos cenários e simulações de subsidência e movimentação do terreno na área de influência da frente de lavra (cavidade/poço), como fundamento para elaboração do plano de fechamento (☐ Sim ou ☒ Não):

Comentários: Somente os dados de movimentação global do terreno sem detalhamentos para cada frente de lavra.

3. Análise de riscos após fechamento e planos de contingência (☐ Sim ou ☒ Não)

Comentários: Não foram apresentados

4. Apresentou justificativa técnica para escolha do tipo de fechamento para cada frente de lavra (poço e cavidade): (☐ Sim ou ☒ Não)

Comentários: Não, a consultora sugere avaliação e acompanhamento da evolução da cavidade.

5. Possui eventuais alterações dos PFM em análise e/ou já aprovados: ☐ Sim ou ☒ Não;

Comentários: Não há plano de fechamento definido além do tamponamento provisório.

6. Ações de monitoramento durante e pós fechamento (☐ Sim ou ☒ Não)

Comentários: Somente foram apresentadas as recomendações de continuidade da realização de sonares (conforme a SSO).

7. Cronograma de execução: (☐ Sim ou ☒ Não)

Comentários: Não há informações sobre cronograma

8. Data prevista para o fechamento definitivo da cavidade, quando for o caso: [Clique ou toque aqui para inserir uma data.](#)

Comentários: Não há plano definitivo, tampouco data prevista.

9. Plano de Fechamento assinado por profissional habilitado com ART ☐ Sim ou ☒ Não

Observações/Recomendações: Não se aplica.

10. Plano de Fechamento Aprovado: ☐ Sim ou ☒ Não

Observações/Recomendações: Não foi apresentado plano de fechamento definitivo e foi recomendado pela consultora investigação adicional para definição do método de fechamento.

Análise Plano de Fechamento de Mina – Braskem S. A.

Análises dos Relatórios Consolidados de julho (1677825), agosto (1732675) e setembro (1831823) de 2020

1. Apresentou relatório Interpretativo e conclusivo da(s) frente(s) de lavra (cavidade/poço) incluindo a evolução da instabilidade do teto das cavidades: (☐Sim ou ☒Não)

Frentes de Lavra #M26 – Plano de Fechamento apresentado (1247638) – aguardando aprovação

Comentários: A frente de lavra foi desativada em outubro de 2017. Foram realizados sonares durante a operação, com o último sonar registrado, antes da desativação, em outubro/2014, apresentando um volume de 501.576 m³. Após a desativação foi realizado sonar em 29/12/2019, através de poço auxiliar, resultando em volume de 400.000 m³ e o topo da cavidade situado a 92 metros abaixo do topo da camada salina.

Plano de fechamento: A proposta de fechamento apresentada constitui-se no tamponamento dos poços (principal e auxiliar), impondo assim uma barreira física e eliminando a conexão hidráulica entre os poços e a cavidade, com o monitoramento da pressão, por meio de piezômetro, e da temperatura com o abandono permanente da cavidade. **O plano de fechamento proposto (1247648) aguarda aprovação.**

Crítica: Não consta realização de sonar no ano da desativação (2017), sendo que podemos inferir que o volume da cavidade pode ter aumentado significativamente desde o último volume medido em 2014, motivado pela continuidade da operação até 2017. O último sonar realizado (em 2019) mostrou uma redução de volume da ordem de 100.000 m³ em relação ao volume aferido em 2014.

Frentes de Lavra #M27 – Autorizado - Ofício 9/2019/GER-AL – Físico/Relatório Fechamento apresentado?

Comentários: A frente de lavra foi desativada em dezembro de 2017. Não foram realizados (ou apresentados) sonares durante a operação, o único sonar apresentado ocorreu em março de 2019, apresentando um volume de 241.574 m³. O topo da cavidade está situado a apenas 18 metros abaixo do topo da camada salina.

Plano de fechamento: Foi apresentado plano de fechamento emergencial, por tamponamento definitivo e monitoramento com piezômetros, já aprovado. **Até o momento o fechamento não foi realizado o tamponamento aprovado. Foi reportada alteração do plano de fechamento devido instabilidades do acesso pela deformação do terreno, envolvendo a abertura de novo poço auxiliar, injeção de “blanket” (óleo diesel) para evitar dissolução do teto da cavidade e realização de novo sonar, antes da instalação dos piezômetros e do tamponamento definitivo. A alteração deve ser sujeita a nova aprovação da ANM.**

Crítica: Não consta realização de sonar durante a operação. Somente em 2019, após cerca de 2 anos de sua desativação (2017) foi realizado sonar, o que não permite inferir o comportamento da cavidade. O fechamento, embora aprovado, foi adiado pelo entendimento de realização de novo sonar que possibilite entender a evolução da cavidade, sobretudo pela sua proximidade do topo da camada salina (18m).

Frente de Lavra #M28 Plano de Fechamento apresentado (1247638)

Comentários: A frente de lavra foi desativada em outubro de 2017. Foram realizados sonares durante a operação, com o último sonar registrado, antes da desativação, em junho/2010, apresentando um volume de 214.189 m³ com o topo da cavidade a 1.051 m de profundidade, operando mais sete anos sem monitoramento. Após a desativação foram realizados sonares em 13/07/2019 e 03/07/2020, através de poço auxiliar, resultando em volumes de 353.322 e 391.777 m³ com o topo da cavidade em profundidades de 995 e 987 m, respectivamente.

Plano de fechamento: A proposta de fechamento apresentada constitui-se no tamponamento dos poços (principal e auxiliar), impondo assim uma barreira física e eliminando a conexão hidráulica entre os poços e a cavidade, com o monitoramento da pressão, por meio de piezômetro, e da temperatura com o abandono permanente da cavidade. **O plano de fechamento proposto (1247648) aguarda aprovação.**

Crítica: Não consta realização de sonar no ano da desativação (2017), sendo que podemos verificar que o volume da cavidade aumentou desde 2010, motivado pela continuidade da operação até 2017. Entretanto, os últimos sonares realizados (2019 e 2020) mostraram aumento de volume da ordem de 40.000 m³ em um ano. Do mesmo modo, o topo da cavidade, embora ainda 76 m abaixo do topo da camada salina, sofreu elevação da ordem de 8 m no mesmo período.

Frente de Lavra #M29 – (atualizado em agosto)

Comentários: A frente de lavra foi desativada em janeiro de 2018. Foram realizados sonares durante a operação, com o último sonar registrado, antes da desativação, em outubro/2014, apresentando um volume de 117.255 m³ com o topo da cavidade a 903 m de profundidade, operando mais quatro anos sem monitoramento. Após a desativação foram realizados sonares em 19/08/2019 e 12/08/2020, através de poço auxiliar, resultando em volumes de 246.354 e 233.831 m³ com o topo da cavidade em profundidades de 855 e 845 m, respectivamente.

Plano de fechamento: Não foi definido o modo de fechamento devido à situação de movimentação ascendente da cavidade. A empresa pretende continuar o monitoramento para melhor definição. **Não há plano de fechamento definido.**

Crítica: Não consta realização de sonar no ano da desativação (2018), sendo que podemos verificar que o volume da cavidade aumentou desde 2014, motivado pela continuidade da operação até 2018. Entretanto, os últimos sonares realizados (2019 e 2020) mostraram redução de volume da ordem de 13.000 m³ em um ano. Do mesmo modo, o topo da cavidade, elevou-se em 10 m, localizando-se a 8 m acima do topo da camada salina, atingindo os extratos rochosos sobrejacentes.

Frentes de Lavra #M30 – Autorizado - Ofício 9/2019/GER-AL – Físico

Comentários: A frente de lavra foi desativada em maio de 2018. Foram realizados sonares durante a operação, com o último sonar registrado, antes da desativação, em setembro/2015, apresentando um volume de 310.056 m³ com o topo da cavidade a 981 m de profundidade, operando mais três anos sem monitoramento. Após a desativação foram realizados sonares em 29/12/2018, 20/01/2020 e

04/03/2020, através de poço auxiliar, resultando em volumes de 477.711; 460.693 e 469.485 m³ com o topo da cavidade em profundidades de 945; 947,2 e 947,5 m, respectivamente.

Plano de fechamento: A proposta de fechamento apresentada constitui-se no tamponamento dos poços (principal e auxiliar), impondo assim uma barreira física e eliminando a conexão hidráulica entre os poços e a cavidade, com o monitoramento da pressão, por meio de piezômetro, e da temperatura com o abandono permanente da cavidade. **O plano de fechamento proposto foi apresentado e aprovado em caráter emergencial, sendo seu tamponamento já executado. Foi apresentado relatório e fechamento (1303200). Embora o fechamento já tenha sido executado, foi reportada sua alteração devido a instabilidades do acesso às informações de monitoramento dos piezômetros, que foram perdidos pela deformação do terreno. A alteração envolve a reabertura da frente através de novo poço auxiliar, injeção de “blanket” (óleo diesel) para evitar dissolução do teto da cavidade e realização de novo sonar, antes da instalação de novos piezômetros e do tamponamento definitivo. A alteração deve ser sujeita a nova aprovação da ANM.**

Crítica: Consta a realização de um sonar no ano da desativação (2018), sendo que podemos verificar que o volume da cavidade aumentou desde 2015, motivado pela continuidade da operação até 2018. Entretanto, os últimos sonares realizados (janeiro e março de 2020) mostraram redução de volume da ordem de 17.000 m³ (janeiro) seguido de um aumento de volume da ordem de 9.000 m³ em março. O topo da cavidade, localizado a 76 m abaixo do topo da camada salina, não sofreu elevação significativa (2,5 m), permanecendo na profundidade de cerca de 947 m, no período de um ano.

2. Relatório integrando as informações obtidas da Interferometria, topografia, DGPS e outros, interpretativo e relacionado aos cenários e simulações de subsidência e movimentação do terreno na área de influência da frente de lavra (cavidade/poço), como fundamento para elaboração do plano de fechamento (☐ Sim ou ☒ Não):

Comentários: Foram apresentados os relatórios da integração dos dados de Interferometria, D-GPS e topografia, que indicam uma boa aderência entre os dados InSar e D-GPS e uma baixa aderência entre algumas estações dos dados de topografia. Todos, porém indicam a continuidade do movimento com velocidades maiores na direção vertical e deslocamentos nas direções apontadas. Entretanto não foi apresentada qualquer abordagem em relação à interferência destes com a instabilidade das cavidades ou com a evolução das mesmas e, menos ainda, propostas de medidas para estabilização destas e para inibir os deslocamentos verificados. Foi também apresentado um estudo do NGL, que define com clareza a zona de potencial dano estrutural, incluindo previsão do comportamento futuro relativo aos deslocamentos verticais e horizontais. Este, porém apresenta grande número de ressalvas tendo em vista o grande número de parâmetros ainda não avaliados.

3. Análise de riscos após fechamento e planos de contingência (☒ Sim ou ☐ Não) **Insuficiente**

Comentários: Embora tenha sido apresentada uma análise de riscos do tipo “what – if”, não foram definidos claramente os indicadores para monitoramento do risco e adoção de medidas de controle. Foram previstas medidas para restabelecimento no caso de perda dos dispositivos de monitoramento ou perda pressurização da cavidade, mas medidas emergenciais decorrentes de eventual variação no volume das cavidades não foram estabelecidas.

4. Apresentou justificativa técnica para escolha do tipo de fechamento para cada frente de lavra (poço e cavidade): (☒ Sim ou ☐ Não) **Insuficientes**

Comentários: Foram apresentadas justificativas técnicas sucintas, baseadas em recomendações (igualmente sucintas) dos procedimentos para o fechamento, sem previsões de cenários de estabilização.

5. Possui eventuais alterações dos PFM em análise e/ou já aprovados: ☒ Sim ou ☒ Não;

Comentários: Foram apresentadas alterações nos planos de fechamento das frentes #27 e #30, conforme relatado acima, e, ainda não avaliadas pela ANM.

6. Ações de monitoramento durante e pós fechamento (☒ Sim ou ☐ Não)

Comentários: Foram apresentadas as expectativas de estabilização para as informações de pressão e temperatura monitoradas nas cavidades por meio de piezômetros. Entretanto, o método está sendo revisto devido à perda dos sensores com a continuidade da deformação do terreno. Os sistemas de monitoramento complementar (microssísmica) ainda não foram instalados, se encontrando, ainda, em projeto, não em execução/ação.

7. Cronograma de execução: (☐ Sim ou ☒ Não)

Comentários: Foram apresentados cronogramas genéricos com diversas atualizações, que, embora de forma justificada, denotam atraso significativo na execução dos fechamentos e consolidação dos sistemas de monitoramento.

8. Data prevista para o fechamento definitivo da cavidade, quando for o caso: [Clique ou toque aqui para inserir uma data.](#)

Comentários: Não há data prevista.

9. Plano de Fechamento assinado por profissional habilitado com ART ☐ Sim ou ☒ Não

Observações/Recomendações: Não se verificou a ART dos planos apresentado. Entretanto, todos tem sido assinados por profissional habilitado e vinculado à Empresa, responsável técnico pela lavra, o que pode estar regulamentado por ART de cargo e função.

10. Plano de Fechamento Aprovado: ☐ Sim ou ☒ Não

Observações/Recomendações: Até o presente, foram apresentadas solicitações de autorizações para intervenção imediata em caráter provisório em alguns poços em razão do risco de perda de acesso às cavidades, tais medidas foram autorizadas pela ANM. Foram também apresentados planos de fechamento contemplando especificamente o eventual tamponamento de cavidades e monitoramento contínuo. Alguns planos aprovados não foram executados, e alguns fechamentos executados estão sendo revistos e as frentes reabertas para solução de problemas de monitoramento devido às deformações de terreno que afetam os poços de acesso. As alterações e revisões de fechamento ainda não foram submetidos à aprovação da ANM.

Crítica: O atual conjunto de informações obtidas pelos diversos estudos realizados já é suficiente para que a empresa apresente solução definitiva e consistente para estabilização das cavidades, devendo, este, ser o objetivo a ser perseguido, através de ação concreta para promover a futura estabilização da área afetada.

Análise Plano de Fechamento de Mina – Braskem S. A.

Anexo 1

1. Apresentou relatório Interpretativo e conclusivo da(s) frente(s) de lavra (cavidade/poço) incluindo a evolução da instabilidade do teto das cavidades: (☐Sim ou ☒Não)

Frentes de Lavra #M31 – Autorizado - Ofício 9/2019/GER-AL – Físico/Relatório Fechamento apresentado

Comentários: Foram realizados oito levantamentos por meio de sonar na Frente de Lavra M#31, sendo eles nos anos de 2009, 2010, 2012, 2014, 2015, 2017, 2018 e 2020). A cavidade está situada a uma profundidade de 108 metros abaixo do topo da camada salina.

A proposta de fechamento apresentada constitui-se no tamponamento dos poços (principal e auxiliar), impondo assim uma barreira física e eliminando a conexão hidráulica entre os poços e a cavidade, com o monitoramento da pressão, por meio de piezômetro, e da temperatura com o abandono permanente da cavidade. O tamponamento definitivo dessa frente de lavra foi realizado conforme relatório de execução do fechamento definitivo documento SEI nº 1303201. Após o fechamento definitivo, no documento SEI nº 1677825, foi relatada uma queda lenta da pressão após o dia 29/05/2020. No mesmo documento foi informada uma pequena perda de fluido na cabeça do poço que impediu a elevação da pressão, sendo necessário realizar intervenção para solucionar o problema.

Crítica: Apesar de ter realizado o fechamento da frente de lavra em questão desde o mês de fev/2020, a empresa não vem apresentando nos relatórios mensais a interpretação dos dados de monitoramento relativos à pressão, temperatura e pressão do blanket. Informou apenas uma queda lenta da pressão da caverna após o dia 29/05/2020, conforme descrito acima, mas não apresentou atualização da informação, inclusive, considerando a intervenção que informou ser necessária realizar para sanar o problema.

Frentes de Lavra #M32 – Autorizado - Ofício 9/2019/GER-AL – Físico/Relatório Fechamento apresentado

Comentários: Foram realizados cinco levantamentos por meio de sonar na Frente de Lavra M#32, sendo eles nos anos de 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020). A cavidade está situada a uma profundidade de 83 metros abaixo do topo da camada salina. A proposta de fechamento apresentada constitui-se no tamponamento dos poços (principal e auxiliar), impondo assim uma barreira física e eliminando a conexão hidráulica entre os poços e a cavidade, com o monitoramento da pressão, por meio de piezômetro, e da temperatura com o abandono permanente da cavidade. O tamponamento definitivo dessa frente de lavra foi realizado conforme relatório de execução do fechamento definitivo documento SEI nº 1579584. No entanto, foi relatado que em agosto de 2020, conforme protocolo SEI 1677283, observou-se uma falha dos dois sistemas de medição de pressão e temperatura que estão instalados dentro da cavidade. Estão sendo feitas investigações a respeito do problema, mas até a presente data nada foi informado. A empresa informou que foi descartada a hipótese de uma causa relacionada a algum tipo de movimentação ou queda de material do teto da cavidade. A empresa informou que construirá outro poço auxiliar após investigação das causas do problema.

Crítica: Apesar de ter realizado as atividades de fechamento da frente de lavra em questão, conforme relatado acima, todo o trabalho de fechamento foi perdido, haja vista a falha no sistema de medição de pressão e temperatura com consequente impossibilidade de monitoramento desses dados que são vitais para avaliação efetiva do fechamento. Vale salientar que em pequeno intervalo de tempo já foi relatada a perda de comunicação e/ou rompimento dos piezômetros instalados em várias outras frentes de lavra. Dessa forma, deve ser realizada uma avaliação da real efetividade e pertinência desta solução de fechamento por meio de tamponamento do poço de acesso e instalação de piezômetro.

Frentes de Lavra #M33

Comentários: Foi realizado somente um levantamento por meio de sonar na Frente de Lavra M#33, sendo este no ano de 2019. A cavidade está situada a uma profundidade de 120 metros abaixo do topo da camada salina. No dia 21/05/2020 foi apresentado projeto executivo relacionado ao plano de fechamento definitivo desta frente de lavra, SEI nº 1347902, o qual recomenda o tamponamento do poço original e instalação de piezômetro seguido de tamponamento do poço auxiliar.

Crítica: Não foi informada a espessura dos pilares existentes entre esta cavidade e outras adjacentes. Mesmo que os pilares existentes sejam suficientes espessos, de modo que seja muita baixa a probabilidade de junção das cavidades, comentários neste sentido devem ser realizados para que não existam dúvidas neste sentido. Não foram apresentados parâmetros médios de referência para avaliação do monitoramento da pressão e temperatura. Nada foi comentado a respeito da injeção de *blanket* para evitar a dissolução do teto da caverna. Tendo em vista o exposto, sugerimos o indeferimento do plano proposto.

Frentes de Lavra #M34

Comentários: Foram realizados cinco levantamentos por meio de sonar na Frente de Lavra M#34, sendo eles nos anos de 2013, 2014, 2015, 2019 e 2020). O último exame de sonar revelou uma cavidade com topo localizado à cerca de 1,3m acima do topo da camada de sal, ou seja, localizada fora da camada de sal. Foi recomendada a realização de monitoramento regular da cavidade por meio de sonar, a fim de efetuar novas avaliações com a finalidade de definir a melhor alternativa para o fechamento. Foi recomendada também, a despressurização da cavidade em intervalos regulares para um valor de 15kgf/cm2 na cabeça do poço.

Crítica: Embora a Braskem S. A. afirme que continua investigando a situação, não foi apresentado projeto ou plano de investigação tampouco plano executivo para o fechamento e estabilização da cavidade.

Frentes de Lavra #M35 – Autorizado - Ofício 9/2019/GER-AL – Físico

Comentários: Foram realizados quatro levantamentos por meio de sonar na Frente de Lavra M#35, sendo eles nos anos de 2013, 2014, 2019 e 2020). A cavidade está situada a uma profundidade de 94 metros abaixo do topo da camada salina. O último exame de sonar foi realizado antes do fechamento definitivo da frente de lavra, e comparando as informações dos últimos dois exames, a empresa informa que não houve alterações relevantes entre 2019 e 2020.

A proposta de fechamento apresentada constitui-se no tamponamento dos poços (principal e auxiliar), impondo assim uma barreira física e eliminando a conexão hidráulica entre os poços e a cavidade, com o monitoramento da pressão, por meio de piezômetro, e da temperatura com o abandono permanente da cavidade. O tamponamento definitivo dessa frente de lavra

foi realizado, contudo, o relatório do mesmo não foi apresentado. Foi informada falha de comunicação no sistema de medição de pressão e temperatura do sensor B da frente de lavra, mas que as causas da falha ainda não foram identificadas.

Crítica: Apesar de ter realizado as atividades de fechamento da frente de lavra em questão, em pouco tempo, a primeira redundância do sistema de monitoramento de pressão e temperatura já foi perdida. Importante salientar que se observou a perda do sistema de comunicação de monitoramento em diversas frentes de lavra. Dessa forma, deve ser realizada uma avaliação da real efetividade e pertinência desta solução de fechamento por meio de tamponamento do poço de acesso e instalação de piezômetro.

2. Relatório integrando as informações obtidas da Interferometria, topografia, DGPS e outros, interpretativo e relacionado aos cenários e simulações de subsidência e movimentação do terreno na área de influência da frente de lavra (cavidade/poço), como fundamento para elaboração do plano de fechamento (☐Sim ou ☒Não):

Comentários: Foram apresentados os relatórios da integração dos dados de Interferometria, D-GPS e topografia, sendo o mais recente, já traduzido (1732687) que indicam uma boa aderência entre os dados InSar e D-GPS e uma baixa aderência entre algumas estações dos dados de topografia. Todos, porém indicam a continuidade do movimento com velocidades maiores na direção vertical e deslocamentos nas direções apontadas. Entretanto não foi apresentada qualquer abordagem em relação à interferência destes com a instabilidade das cavidades e, menos ainda, propostas de medidas para estabilização destas e para inibir os deslocamentos verificados. Foi também apresentado um estudo do NGI, ainda não traduzido de forma juramentada, que define com clareza a zona de potencial dano estrutural, incluindo previsão do comportamento futuro relativo aos deslocamentos verticais e horizontais. Este, porém apresenta grande número de ressalvas tendo em vista o grande número de parâmetros ainda não avaliados.

3. Análise de riscos após fechamento e planos de contingência (☐Sim ou ☒Não)

Comentários: Não foram definidos indicadores para monitoramento e adoção de medidas de controle para o movimento longitudinal (horizontal) dos estratos e da direção deste, além da previsão de medidas emergenciais para execução no caso de perda dos dispositivos de monitoramento ou perda pressurização da cavidade assim como o controle da eventual variação no volume da cavidade.

4. Apresentou justificativa técnica para escolha do tipo de fechamento para cada frente de lavra (poço e cavidade): (☐Sim ou ☒Não)

Comentários: Não foram definidos indicadores para monitoramento e adoção de medidas de controle para o movimento longitudinal (horizontal) dos estratos e da direção deste, além da previsão de medidas emergenciais para execução no caso de perda dos dispositivos de monitoramento ou perda pressurização da cavidade assim como o controle da eventual variação no volume da cavidade.

5. Possui eventuais alterações dos PFM em análise e/ou já aprovados: ☐Sim ou ☒Não;

Comentários: Não foi apresentado o detalhamento das medidas de controle dos procedimentos propostos relacionados à cavidade (Frente de Lavra). As medidas apresentadas se restringem a descrever o tamponamento dos poços original e auxiliar.

6. Ações de monitoramento durante e pós fechamento (☐Sim ou ☒Não)

Comentários: Não constam do projeto proposto para o fechamento, a previsão de medidas a serem adotadas de acordo com os resultados do monitoramento da pressão nas cavidades por meio dos piezômetros a serem instalados. Não há previsão ou informações relativas aos intervalos de pressão a serem considerados, tampouco a determinação de limites inferiores ou superiores que permitam identificar eventuais riscos relacionados ao aumento da pressão, como resultado da fluência do sal ou outras causas ou mesmo com a redução, envolvendo perda de pressão por ruptura ou outras causas. Não foi justificada ou embasada a adoção e o efeito do emprego de blanket, assim como não foram definidos procedimentos para o monitoramento efetivo da estabilidade da cavidade após o fechamento. Não foram também definidos indicadores de alteração no comportamento esperado da cavidade após o tamponamento dos acessos (poços), limitando-se aos aspectos relacionados ao monitoramento da pressão.

7. Cronograma de execução: (☐Sim ou ☒Não)

Comentários: Foram apresentados cronogramas genéricos com constantes alterações, sendo o mais recente, juntado aos autos em 15/09/2020, integrando o Relatório Consolidado de agosto/2020 (1732683) às Fls. 93 e 94, ainda de forma incompleta.

8. Data prevista para o fechamento definitivo da cavidade, quando for o caso: [Clique ou toque aqui para inserir uma data.](#)

Comentários: Não há data prevista.

9. Plano de Fechamento assinado por profissional habilitado com ART ☐Sim ou ☒Não

Observações/Recomendações: Não se verificou a ART do plano apresentado.

10. Plano de Fechamento Aprovado: ☐Sim ou ☒Não

Observações/Recomendações: Até o presente, foram apresentadas solicitações de autorizações para intervenção imediata em caráter provisório em alguns poços em razão do risco de perda de acesso às cavidades, tais medidas foram autorizadas pela ANM. Foram também apresentados planos de fechamento contemplando especificamente o eventual tamponamento de v=cavidades e monitoramento contínuo sem apresentar medidas de controle da instabilidade de algumas cavidades e processo de evolução com possível futuro evento de colapso, sem a apresentação de plano para fechamento definitivo. Em outras cavidades, estas totalmente fora do estrato salino, para as quais foi previsto o preenchimento com material sólido, sem, no entanto, a apresentação de projeto executivo de fechamento

Crítica: O atual conjunto de informações obtidas pelos diversos estudos realizados já é suficiente para que a empresa apresente solução definitiva e consistente para estabilização das cavidades, devendo, este, ser o objetivo a ser perseguido.