



Ministério Público
do Estado de Minas Gerais
Procuradoria-Geral de Justiça

CEAT - Central de Apoio Técnico

CENTRAL DE APOIO TÉCNICO

PARECER TÉCNICO DE MEIO AMBIENTE

Autos: PP Nº MPMG-0180.17.000192-9
Unidade: Promotoria de Justiça da Comarca de Congonhas
Comarca: Congonhas
Município: Congonhas
Solicitante: Vinícius Alcântara Galvão – Promotor de Justiça
SGDP: 2843075
SISCEAT: 31490065
Indexação: Barragem Casa de Pedra - CSN. Suspeita de risco de rompimento.
Obras de manutenção e/ou emergenciais

1 INTRODUÇÃO

Trata-se de pedido de apoio técnico formulado pela Promotoria de Justiça da Comarca Congonhas.

Para instrução do Procedimento Preparatório Nº MPMG-0180.17.000192-9, que investiga a natureza das obras de manutenção e/ou emergenciais que estão sendo executadas na Barragem Casa de Pedra (BCP), o Dr. Vinícius Alcântara Galvão solicita à CEAT o **acompanhamento** da regularidade e legalidade do licenciamento, das autorizações e execução das obras de manutenção da BCP e dos aspectos relativos à segurança da barragem, de responsabilidade da empresa CSN Mineração S/A, no município de Congonhas – MG.

Na execução do trabalho, foram adotados os seguintes procedimentos e orientações:

- 1) Vistoria no empreendimento;
- 2) Requisição de documentos e informações ao empreendedor (Certificado de Licença de Operação -LO, cronograma das obras, Laudos de auditoria do sistema de contenção de rejeitos do empreendimento em análise, manual de operação da barragem Casa de Pedra, Plano de Ação Emergencial da Barragem Casa de Pedra);
- 3) Reuniões com projetista da obra, auditor e responsáveis pela empresa;



Ministério Público
do Estado de Minas Gerais
Procuradoria-Geral de Justiça

CEAT - Central de Apoio Técnico

CENTRAL DE APOIO TÉCNICO

05
E

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Vistoria no Empreendimento

No dia 29 de agosto foi realizada vistoria no empreendimento, acompanhada dos representantes da Polícia Militar, lotados no CAOMA – MPMG, Major Carlos Henrique Sousa da Silva e Tenente Marcelo Antônio Marques, quando foi possível constatar que estavam sendo executadas obras de grandes proporções nas duas ombreiras que limitam o barramento denominado Dique da Sela da Barragem Casa de Pedra.

O referido dique foi implantado na última fase de alteamento da barragem, quando atingiu a cota 933 m. O dique tem a finalidade de conformar o reservatório da barragem e fica de frente e a montante de bairros da área urbana de Congonhas (Cristo Rei, Residencial e outros).

A seguir são apresentadas imagens aéreas da área de interesse.



Figura 1: Imagem aérea da Barragem Casa de Pedra (BCP). De vermelho estão realçados os barramentos principal e da sela
(Fonte: GoogleEarth)

06



Figura 2: Imagem aérea com vista frontal do barramento principal da BCP.
(Fonte: GoogleEarth)



Figura 3: Imagem aérea com vista frontal do dique da sela realçando de vermelho as ombreiras onde estão sendo executadas as obras de manutenção/ emergência
(Fonte: GoogleEarth)



Ministério Público
do Estado de Minas Gerais
Procuradoria-Geral de Justiça

CEAT - Central de Apoio Técnico
CENTRAL DE APOIO TÉCNICO

07
10

A seguir são apresentadas as fotos obtidas durante a vistoria com esclarecimentos sobre os fatos observados *in loco*.



Figura 4: Vista frontal da obra na ombreira esquerda do dique de sela



Figura 5: Vista da parte superior da ombreira esquerda (acima do local da obra), onde é possível observar o solo ainda bastante úmido

CP
R



Figura 6: Detalhe do tipo de obra em execução (implantação de filtro invertido)



Figura 7: Vista da parte superior da ombreira direita (acima do local da obra) com fartos indícios de ocorrência de surgências (onde foram instalados os DHPs)

09
E



**Ministério Público
do Estado de Minas Gerais
Procuradoria-Geral de Justiça**

CEAT - Central de Apoio Técnico
CENTRAL DE APOIO TÉCNICO

Por ocasião da vistoria no local das obras, diante dos fatos observados, foi possível obter o seguinte entendimento:

- a) Os taludes das ombreiras (esquerda e direita) do Dique da Sela apresentavam indícios claros de ocorrência de surgências em uma área extensa (ver Figura 3, onde é mostrada a posição das ombreiras). A propósito, SURGÊNCIAS em taludes de barragens (tanto do maciço quanto das ombreiras) são afloramentos de água na superfície que, em grande parte das vezes, representam um alerta para instabilização da estrutura, devido à percolação sem controle dentro da massa de solo. No caso de ocorrer percolação sem controle em taludes de barragens e ombreiras, o risco é de ocorrerem erosões regressivas (piping) que culminem no colapso da barragem, ou instabilidade dos taludes por aumento de poro pressões.
- b) Conforme pode ser observado nas Figuras 5 e 7, a coloração diferente do solo (coloração mais escura) deve-se à umidade excessiva dos taludes, indicando os problemas de percolação de água pelas ombreiras, em uma área extensa.
- c) Os representantes da empresa informaram que tais problemas haviam sido verificados pelo auditor da barragem em 2016 e persistiram neste ano. Sendo assim, o auditor recomendou que a correção do problema fosse efetuada antes do período de chuvas.
- d) Apesar da empresa ter comunicado aos órgãos competentes que as obras executadas em caráter emergencial eram para **adequação topográfica**, o que está sendo implantado no campo corresponde a obras para o **controle de percolação de água pelas ombreiras** (obras corretivas para conter surgências nos taludes das ombreiras). Na ocasião da vistoria foram constatadas a implantação de drenos sub-horizontais profundos (DHP)¹ e construção de filtros invertidos².

¹ Drenos sub-horizontais são geralmente utilizados para alívio de poropressões, com a eliminação de água em excesso dentro da estrutura

² Filtros invertidos têm a finalidade de segurar as partículas sólidas que eventualmente sejam carregadas pela água durante a percolação pelo maciço da barragem. São constituídos por uma camada de areia fina, outra de areia grossa e outra de brita. É chamado de invertido por que as camadas de areia e pedra estão posicionadas ao contrário do que estariam num filtro para limpeza de água.

625



Ministério Público
do Estado de Minas Gerais
Procuradoria-Geral de Justiça

CEAT - Central de Apoio Técnico

CENTRAL DE APOIO TÉCNICO

Cabe observar que o Dique da Sela da Barragem Casa de Pedra é uma estrutura *sui generis*, não só pelo altíssimo potencial de dano a jusante (devido à existência de bairros da cidade de Congonhas instalados imediatamente a jusante), como por ter parte da encosta natural funcionando como uma barramento do reservatório de Casa de Pedra.

A Figura a seguir destaca a proximidade dos bairros de Congonhas instalados imediatamente a jusante da estrutura, assim como possibilita observar que a encosta onde está o Dique da Sela funciona como barramento do reservatório

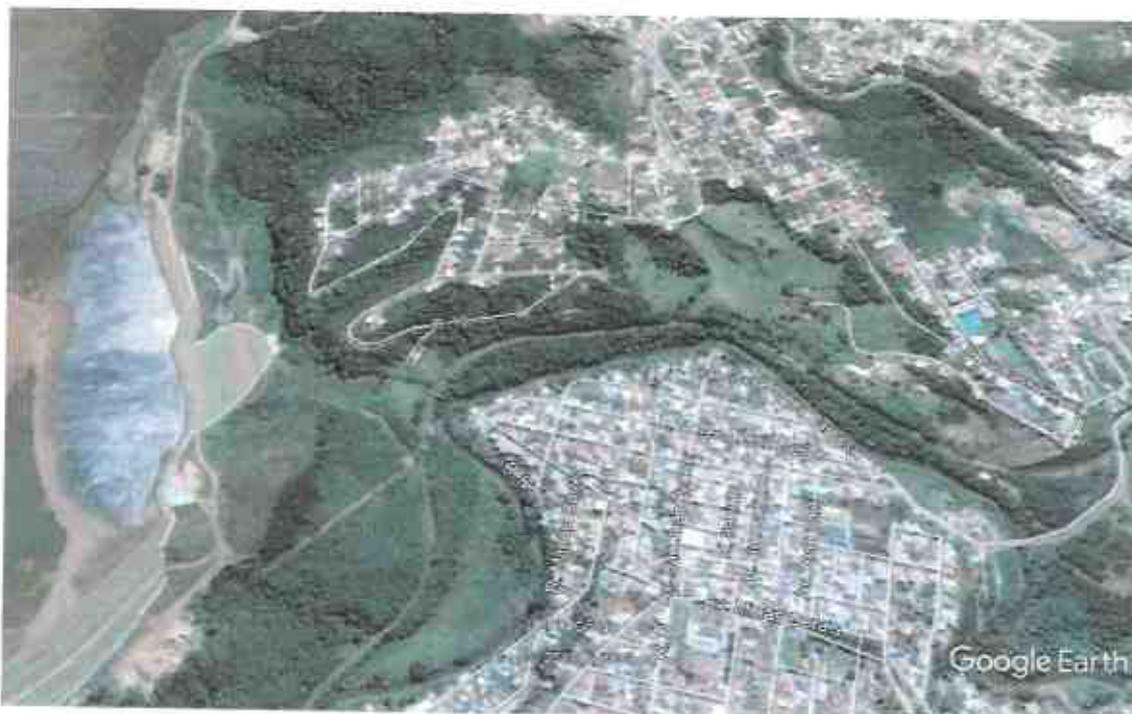


Figura 8: Imagem mostrando a proximidade do Dique da Sela de alguns bairros da cidade de Congonhas e o contorno da encosta funcionando como barramento do reservatório

A Barragem Casa de Pedra opera dentro de um sistema complexo de disposição de rejeitos, sendo impossível avaliar a segurança de um elemento qualquer, sem envolver as outras estruturas de barramento interligadas. Por este motivo, durante a vistoria foram percorridas também as áreas correspondentes ao barramento principal da BCP e as barragens B4 e B5 (posicionadas imediatamente a montante da Barragem Casa de Pedra).

A seguir, estão apresentadas as fotos obtidas durante a vistoria, realçando os pontos mais relevantes observados.

11



Figura 9: Vista do reservatório da Barragem B4, onde está sendo remanejado o rejeito

Na ocasião da vistoria, a Barragem B4 estava passando por atividades de retirada de rejeitos para reaproveitamento do minério contido nesse rejeito. Além de propiciar o reaproveitamento do minério, as atividades têm como finalidade a limpeza de parte do reservatório, abrindo espaço para nova disposição de rejeitos.

Tal atividade foi recentemente licenciada e, segundo representantes de empresa, o espaço criado serve para armazenar rejeitos gerados em alguns meses de operação da mina.

Foi executado um aterro para compor uma estrada para a passagem de caminhão transportando o rejeito retirado na Barragem B4. Esse aterro interceptou o sistema extravasor da Barragem B4, bloqueando a entrada do efluente na sua porção final (ver Figura 10).

Como o lançamento do rejeito em forma de lama a montante do reservatório da Barragem B4 exige a passagem contínua do efluente pelo extravasor, foi implantado um bueiro sob o acesso operacional (ver Figura 11).

13



Figura 10: Vista do aterro implantado, interceptando o extravasor da Barragem B4 (a parte superior das paredes do extravasor estão realçadas pelo círculo vermelho)



Figura 11: Vista da passagem do efluente pelo estrutura improvisada sob o aterro implantado

Os representantes da empresa informaram que essa situação é temporária e que logo o aterro seria removido (antes de iniciar a época das chuvas).

109125



**Ministério Público
do Estado de Minas Gerais
Procuradoria-Geral de Justiça**

CEAT - Central de Apoio Técnico

CENTRAL DE APOIO TÉCNICO

2.2 Requisição de documentos

Por ocasião da vistoria, diante da constatação das sugências nas ombreiras e das não conformidades observadas na Barragem B4, a Analista subscritora deste parecer requisitou do empreendedor a apresentação dos seguintes documentos:

- a) Licença de Operação da Barragem
- b) Relatórios de Auditoria dos Sistema de Rejeitos Casa de Pedra
- c) Manual de Operação do referido sistema
- d) Plano de Ações Emergenciais (PAEBM)
- e) Parecer Técnico Sobre Estabilidade Barragem Casa de Pedra e Dique da Sela

2.2.1 LICENÇA DE OPERAÇÃO DA BARRAGEM CASA DE PEDRA

O empreendimento conta com a Licença de Operação para as barragens de contenção de rejeitos/ resíduos de mineração emitida pelo COPAM em 06 de março de 2016, com validade de 10 anos.

2.2.2 RELATÓRIO TÉCNICO DE AUDITORIA BARRAGEM CASA DE PEDRA

O Relatório Técnico de Auditoria de Segurança Barragem Casa de Pedra (2017), documento FG-1520-CSN-A-BA05-RT01, foi elaborado pela empresa de consultoria Fontes Geotécnica.

A primeira constatação decorrente da análise foi que o Dique da Sela é uma estrutura que tem uma composição mista de métodos construtivos. Na verdade, em uma parte o dique foi implantado pelo método "de linha de centro" e em outra parte foi implantado com o método construtivo "de montante".

Em ambos os casos, o maciço, ou parte dele, é apoiado em rejeitos, avançando para dentro do reservatório da barragem.

De acordo com a literatura especializada, as barragens "de linha de centro" trazem em seu bojo um comportamento muito semelhante às "de montante". Ambas requerem ainda mais cuidados com a operação, o monitoramento e a manutenção, pois, além de susceptíveis aos vários modos de falhas possíveis nas barragens convencionais, também podem ser susceptíveis à liquefação.



No caso do Dique da Sela, o auditor realizou a análise de liquefação e concluiu que o material possui susceptibilidade ao fluxo de liquefação, mas que nas condições atuais de percolação não apresentam risco.

Na Figura a seguir, disponibilizada no site do Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM) e nos documentos do Comitê Brasileiro de Barragens (CBDB), pode-se distinguir os diversos métodos construtivos de barragens de rejeitos de mineração.

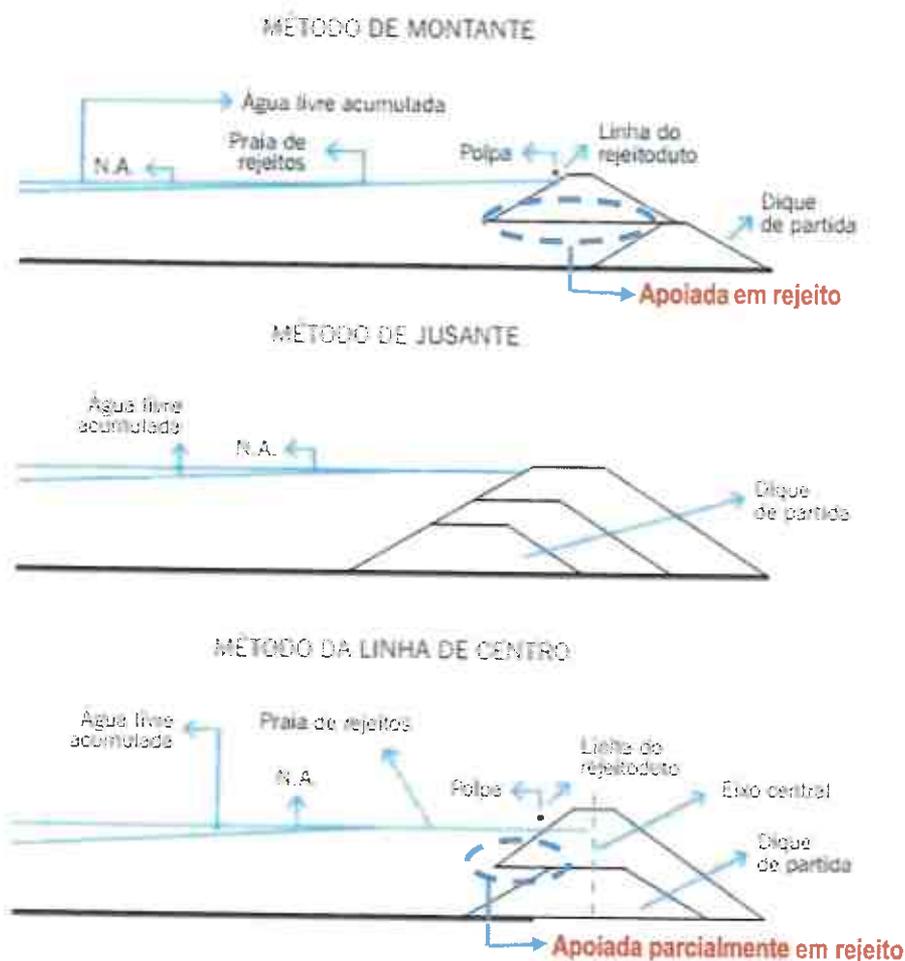


Figura 12: Figura esquemática dos métodos construtivos de barragens de rejeitos (IBRAM)

Na Figura a seguir, está apresentado barramento da Sela, identificando as áreas aproximadas onde o método construtivo adotado foi por linha de centro e onde foi de montante.

15



Figura 13: Imagem com vista frontal do Dique da Sela distinguindo os locais aproximados onde o barramento foi construído pelos dois métodos

Na Planta do Dique da Sela da Barragem Casa de Pedra (Figura 14), copiada do Relatório Técnico de Auditoria de 2017, estão localizadas as seções da barragem analisadas pelo auditor.

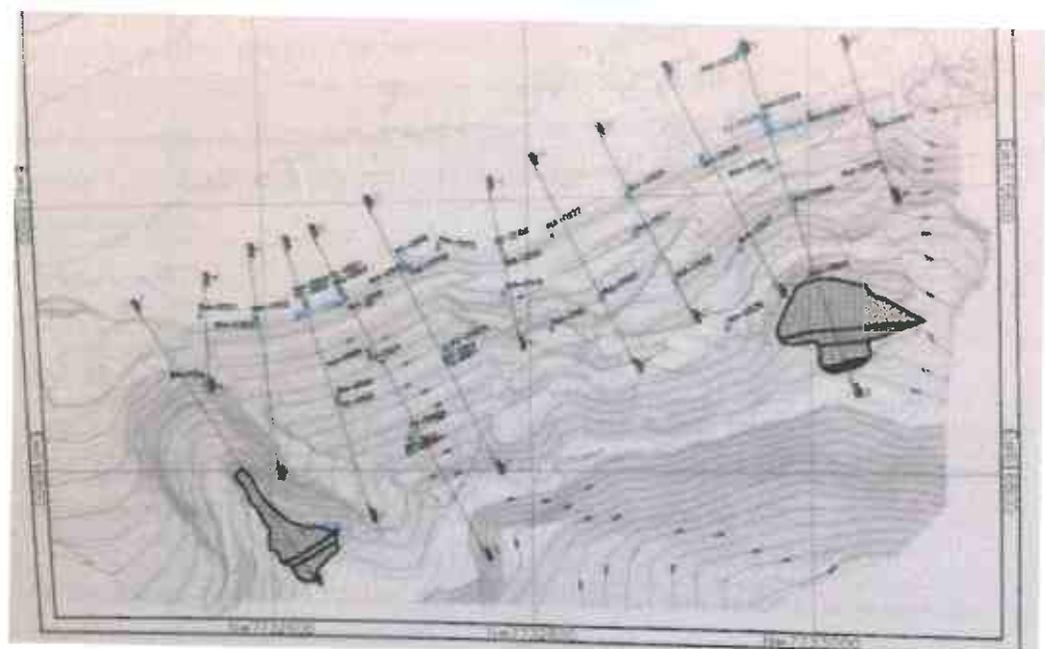


Figura 14: Planta com as seções analisadas pelo auditor da barragem em 2017
Fonte: Anexo A do Relatório de Auditoria da Barragem Casa de Pedra

16

Nos locais das seções G-G', H-H' e I-I' o dique foi construído por alteamento do tipo "linha de centro". Porém, a partir da seção G-G' em direção à seção A-A' o barramento passa a ter sua construção pelo método de alteamento por montante.

A seguir são apresentadas as seções H-H' e E-E' do Dique da Sela, onde é possível observar os dois métodos construtivos utilizados na implantação da mesma estrutura (Figuras 15 e 16).

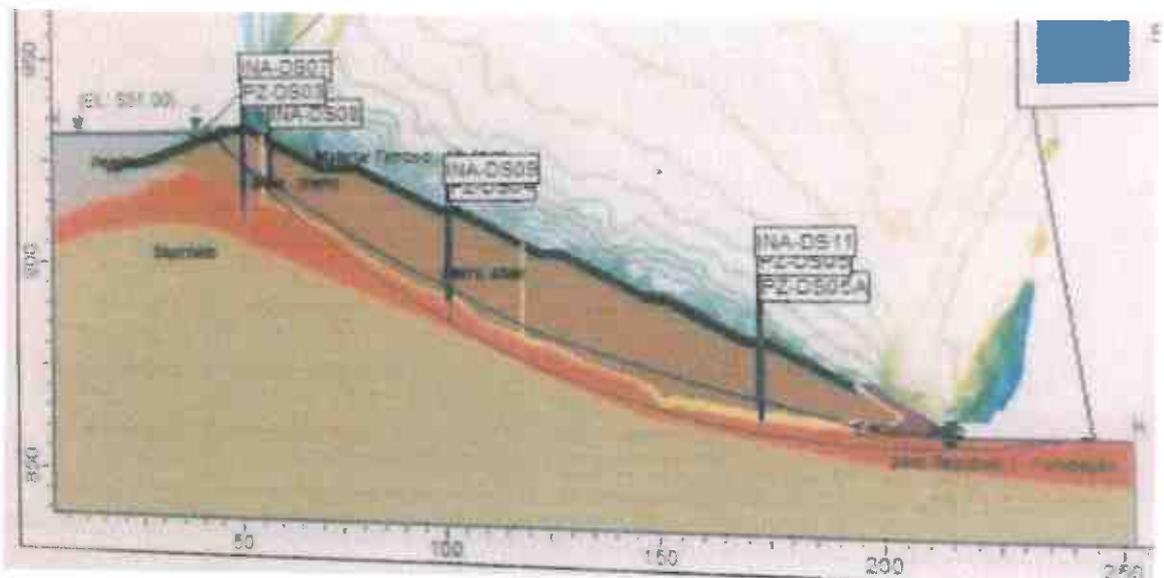


Figura 15: Seção H-H' do Dique de Sela (construído pelo método de linha de centro)

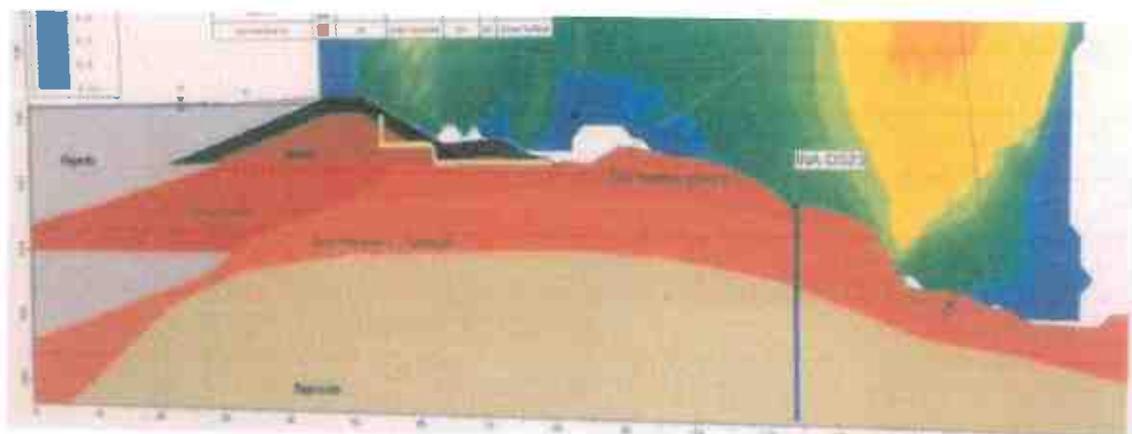


Figura 16: Seção E-E' do Dique de Sela (construído pelo método de montante) com o maciço apoiado nos rejeitos e a crista claramente deslocados para montante.

13/25



Ministério Público
do Estado de Minas Gerais
Procuradoria-Geral de Justiça

CEAT - Central de Apoio Técnico

CENTRAL DE APOIO TÉCNICO

Em reunião realizada em 25/09 (Ata constante nos anexos deste Laudo Técnico), o auditor afirmou que apesar das seções E-E', F-F' (entre outras) apresentarem o maciço apoiado em rejeito e com deslocamento do eixo para montante, a construção por montante não representa o comportamento global do barramento do Dique da Sela, pois na seção principal (onde a barragem é mais alta) construída por linha de centro.

Segundo os representantes da empresa, por não compor o maciço principal e por não estar presente na seção mais alta do Dique da Sela barragem, não foi mencionado o método construtivo "de montante" nos documentos oficiais da barragem.

Dando prosseguimento à análise, constatou-se ainda as seguintes dúvidas ou não conformidades:

- a) Ao preencher a **Tabela 3.3 – Matriz de Classificação Quanto à Categoria de Risco/ Estado de Conservação da Barragem Casa de Pedra** (Pág. 17 do Relatório Técnico de Auditoria da Barragem Casa de Pedra – 2017), em atendimento à Portaria do DNPM 70.389/ 2017, o auditor elegeu a opção "*Percolação totalmente controlada pelo sistema de drenagem*". Entretanto, como vem sendo comentado neste Laudo Técnico, no mesmo período em que a auditoria da barragem foi realizada existiam problemas severos de surgências nas ombreiras do Dique da Sela.
- b) No Relatório Técnico de Auditoria (2107) disponibilizado pela empresa, não constam as análises de estabilidade das seções das ombreiras A, B e C (ver localização das seções na Figura 14). Estas seções estão localizadas na ombreira esquerda do Dique da Sela, onde estão ocorrendo parte das obras de controle das surgências.
- c) A seção L-L' (ver localização da seção na Figura 14) está posicionada na ombreira direita do Dique da Sela, onde também estão ocorrendo as obras de controle de percolação. Nesta seção, o Fator de Segurança (FS) encontrado foi de 1,39, conforme pode ser observado na Figura 17. Em reunião no dia 25/09 (Ata constante no Anexo I deste Laudo Técnico), o auditor justificou ser aceitável este Fator de Segurança, tendo em vista ser encosta natural e estar em obra (caráter temporário). O auditor teve como base a Norma NBR 11.682, que se aplica a encostas naturais. Entretanto, a ombreira representada pela seção L-L' não deve ser tratada como uma encosta natural simplesmente, pois funciona como continuação do barramento do Dique da Sela e deve atender às normas **aplicáveis** a esta situação (cujo FS mínimo aceitável para a condição de estabilidade garantida é 1,5).

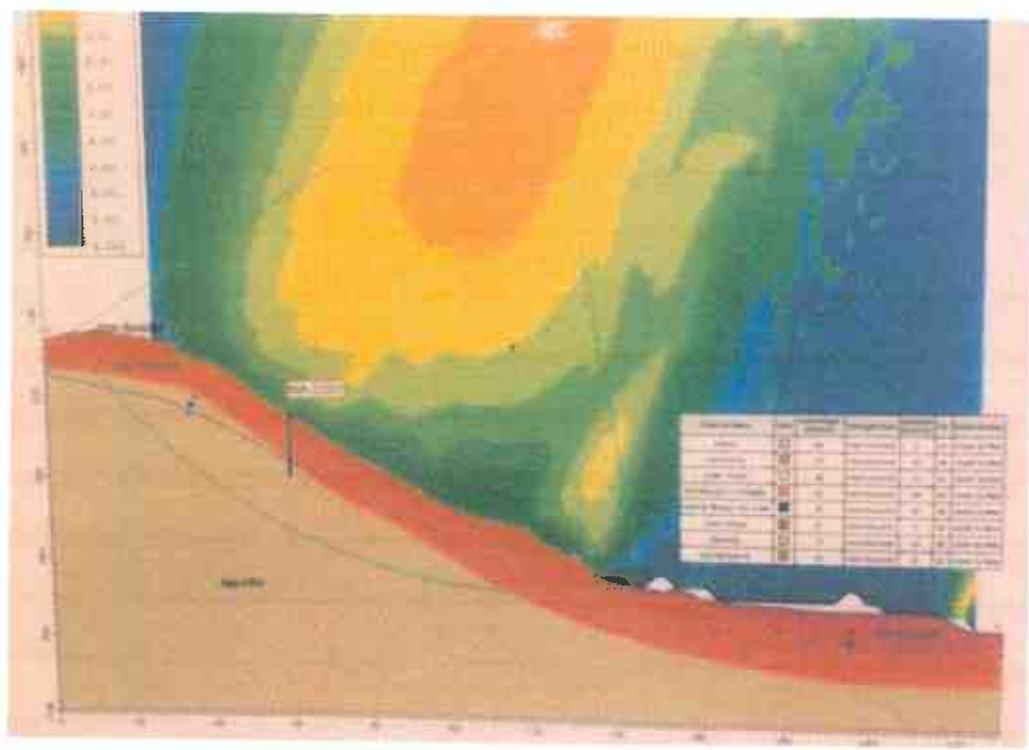


Figura 16: Seção L-L' correspondente à ombreira direita do Dique de Sela da Barragem Casa de Pedra apresentando FS = 1,39
(Pág. 21 do Anexo A do Relatório Técnico de Auditoria da BCP)

d) Alguns parâmetros adotados pelo auditor para realizar a análise de estabilidade não parecem muito representativos da situação real, atribuindo ao terreno mais resistência do que realmente ele tem. Um exemplo desse possível equívoco está nos parâmetros escolhidos para representar o saprolito de filito. A denominação saprolito é aceita para uma gama de variações de alteração de solos. Para solos saprolíticos é aceitável uma proporção que varia de 10 a 90% com presença de blocos. Entretanto, na grande maioria das vezes, o material dominante neste tipo de solo é constituída por areias siltosas e siltes arenosos. Por ser um saprolito de filito, espera-se o predomínio da fração siltosa sobre a fração arenosa. A fração siltosa confere à massa de solo uma baixa coesão e um baixo atrito entre as partículas. No local, o filito é constituído, além da mica, também por grafita (esses minerais ocorrem em forma de lâminas lisas e sedosas, cujo efeito da presença deles é a reduzir ainda mais o atrito interno. Portanto, adotar valores da ordem de 35° para o ângulo de atrito interno (ϕ) do maciço de saprolito de filito não parece adequado (ver valor adotado

pelo auditor na Pág. 08 do Anexo A do Relatório Técnico de Auditoria da Barragem Casa de Pedra). Na reunião realizada em 25/09, o auditor disse ter adotado tal valor com base em resultados de ensaios geológico-geotécnicos, mas seria prudente rever se esses ensaios são representativos do local.

- e) Nas seções do Dique de Sela D-D' e F-F', analisadas para elaboração da Carta de Risco da barragem, aparentemente, há inconsistências tanto em relação ao círculo crítico de ruptura, quanto em relação ao posicionamento do Nível D'Água (NA) dentro do maciço. Essas inconsistências dizem respeito à localização do NA, que foi posicionado muito abaixo da linha de drenagem interna (fato que não condiz com o comportamento esperado) e aos círculos de ruptura muito profundos dentro do terreno natural, quando o mais provável de ocorrer a ruptura seria nos estratos de menor resistência.
- f) Os resultados de monitoramento, segundo o auditor, apresentaram pouca variação ao longo do tempo, entretanto na seção C-C' (posicionada na ombreira esquerda do Dique de Sela), o piezômetro PZ-07 apresentou oscilações. Por este fato e por coincidir com o local onde ocorreram as surgências, o auditor recomendou cautela e atenção ao aparecimento de patologias que indiquem instabilidade. Entretanto, como não foi apresentada a análise de estabilidade da seção C-C', não foi possível estimar o efeito que representam, na estabilidade, essas anomalias das leituras do piezômetro PZ-07.
- g) Por fim, na descrição da barragem, não fica claro se houve uma investigação geológico-geotécnica completa e suficiente e se os projetos "como construídos" estão detalhados o suficiente.

2.2.3 RELATÓRIO TÉCNICO DE AUDITORIA DAS BARRAGENS B4 E B5

Como essas estruturas não foram o foco deste trabalho, apenas se analisou a interferência direta que poderiam ter na estabilidade da Barragem Casa de Pedra, ou seja, a estabilidade quanto aos aspectos geotécnico e frente a passagem de cheias.

Os relatórios de auditoria dessas barragens estão anexadas a este Laudo Técnico e foram elaborados pela empresa de consultoria Fontes Geotécnica. São os documentos FG-1741-CSN-A-BA03-RT01-01 e FG-1742-CSN-A-BA05-RT01-01.

10



**Ministério Público
do Estado de Minas Gerais
Procuradoria-Geral de Justiça**

CEAT - Central de Apoio Técnico

CENTRAL DE APOIO TÉCNICO

Para as duas estruturas o auditor atestou a segurança tanto em relação ao aspecto geotécnico, quanto em relação à capacidade do sistema extravasor frente à passagem de cheias críticas. Entretanto, deve-se colocar a necessidade de manter os extravasores livres e desobstruídos, diferente da situação encontrada na ocasião da vistoria realizada por esta Analista e comentada nas páginas 08 e 09 deste Laudo Técnico. .

2.2.4 PLANO DE AÇÕES EMERGENCIAIS - PAEBM

O Plano de Ações Emergenciais Barragem Casa de Pedra corresponde ao Volume V do Plano de Segurança de Barragens – PSB. Foi elaborado pela Fontes Geotécnica, com a seguinte denominação: FG-1629-CSN-S-BA01-MD06.

Em relação ao PAEBM, o fator mais relevante é a constatação do potencial de dano a jusante que a barragem oferece. A estrutura está posicionada praticamente dentro da área urbana de Congonhas, a montante de bairros densamente habitados.

No caso de uma falha da barragem, a onda de ruptura atinge as casas desses bairros em questão de poucos minutos, podendo ocasionar centenas de mortes. Por este motivo, é necessária uma atenção redobrada e a aplicação das melhores práticas de engenharia disponíveis, quando se trata do Sistema de Rejeitos Casa de Pedra.

Em uma análise preliminar, alguns pontos do PAEBM são dignos de comentários, que estão apresentados a seguir.

- a) pessoas que são elementos chave no organograma do PAEBM não passaram por treinamento (comparar o organograma com os comprovantes de treinamentos) ;
- b) os mapas de inundação são de pouca resolução, sendo difícil identificar a Zona de Autossalvamento (ZAS), as interferências da onda de ruptura ;
- c) falta clareza no estabelecimento de rotas de fugas e pontos de encontro;
- d) não foi implantada a sinalização no campo, indicando as rotas de fuga e os pontos de encontro;
- e) não foi implantado o sistema de alerta;
- f) não foi realizado o cadastramento de residências e outras edificações existentes na ZAS;
- g) não foi identificada e cadastrada a população portadora de necessidades especiais, incluindo idosos e crianças, residentes na ZAS;

17/25



Ministério Público
do Estado de Minas Gerais
Procuradoria-Geral de Justiça

CEAT - Central de Apoio Técnico

CENTRAL DE APOIO TÉCNICO

- h) não estão definidas as estratégias para resgate da população com dificuldade de locomoção, entre outras.

2.2.5 PARECER TÉCNICO SOBRE A ESTABILIDADE: BARRAGEM CASA DE PEDRA E DIQUE DE SELA

O Parecer Técnico foi elaborado pela empresa Geoconsultoria e assinado pelo consultor Paulo C. Abrão, datado de 15 de setembro deste ano, tendo como objetivo atender uma exigência do DNPM, para validar os resultados da auditoria anual regular, tendo em vista as obras nas ombreiras do Dique de Sela.

Os aspectos mais relevantes desse Parecer técnico estão comentados a seguir.

- a) A auditoria realizada pela Geoconsultoria não fez a verificação dos dados do projeto. No item em que descreveu o maciço principal da barragem, o auditor optou por transcrever a descrição de um projeto antigo, quando a barragem ainda estava na Elevação 923 m (DAM N° BPO-E-BG-RE-001-1 de junho de 2011), pouco representativo da situação atual.
- b) No trabalho da Geoconsultoria, também não foi incluída a verificação das análises de estabilidade. As premissas e resultados apresentados pela empresa de auditoria Fontes Geotécnica foram apenas transcritas e adotadas, sem nenhuma revisão ou análise crítica.
- c) O consultor não analisa ou menciona as investigações geológico-geotécnicas existentes. No caso da ocorrência de surgências nas grotas das ombreiras, essas investigações fornecem elementos essenciais para o entendimento completo do fenômeno e, só assim, é possível prever o controle efetivo do problema. Grotas em encostas naturais costumam ocorrer condicionadas por estruturas geológicas, como falhas e fraturas. Essas estruturas geológicas, por sua vez, se não forem bem conhecidas e tratadas podem se tornar caminhos preferenciais de percolação e chegar até mesmo a colocar em risco a estabilidade da barragem.
- d) No item 2.2 do Parecer Técnico da Geoconsultoria (pág. 4) o auditor comenta sobre a relevância da encosta que compõe o Dique da Sela (incluindo as ombreiras), reconhecendo que essa encosta exerce a função de barramento, conforme transcrito a seguir:

"É importante destacar que o morro divisor de águas entre o vale da barragem Casa de Pedra e o vale a jusante do Dique da Sela representa também o

22



**Ministério Público
do Estado de Minas Gerais
Procuradoria-Geral de Justiça**

CEAT - Central de Apoio Técnico

CENTRAL DE APOIO TÉCNICO

maciço da barragem, ainda que não tenha sido construído e representa-se por terreno natural”.

- e) No item 3 do Parecer Técnico (pág. 4) o auditor reforça a função de barramento que a encosta natural exerce (encosta que compõe o Dique de Sela e as suas ombreiras), conforme transcrição abaixo:

“Assim, este morro também pode ser entendido como parte do barramento para contenção dos rejeitos.”

- f) Também no item 3 do Parecer Técnico (pág. 4) o auditor comenta que o morro é entrecortado por grotas, formadas por processos erosivos e, que a CSN decidiu executar aterros nestas grotas, visando evitar a evolução do problema de maneira descontrolada. Informa ainda que, durante as escavações, ocorreu uma pequena ruptura do talude natural. Entretanto, não comenta sobre a suficiência ou sobre os resultados da investigação **geológico-geotécnica** executada.
- g) Apesar das obras estarem sendo realizadas nas ombreiras do Dique de Sela e serem o motivo da solicitação do DNPM, o auditor analisa apenas as seções centrais da Barragem Casa de Pedra e do Dique de Sela para fundamentar a garantia da estabilidade da estrutura, sem mencionar a situação das seções das ombreiras, onde se localizam as obras.
- h) No item 6 do Parecer Técnico da Geoconsultoria (pág. 14) o auditor conclui que o **escorregamento** que ocorreu na ombreira foi de pequena expressão, mas foi agravado pela ocorrência de surgências na área de intervenção. Entretanto, o avanço do aterro sobre a área de ruptura promoveu a estabilização do local.
- i) Conclui também que a segurança do barramento principal e do Dique de Sela está satisfatória quanto aos modos de falha por *piping*, galgamento e cisalhamento. Não obstante a esta conclusão, recomendou uma *“análise crítica dos parâmetros de resistência adotados nas análises de estabilidade, visando garantir que os mesmos são representativos dos materiais envolvidos, sejam do terreno natural, sejam do maciço construído”*.



**Ministério Público
do Estado de Minas Gerais
Procuradoria-Geral de Justiça**

CEAT - Central de Apoio Técnico

CENTRAL DE APOIO TÉCNICO

2.3 Reuniões com projetista, auditor e responsáveis pela obra

Diante das constatações já comentadas, a Analista subscritora deste parecer requisitou do empreendedor a realização de reuniões com o projetista das obras das ombreiras e o auditor do sistema de rejeitos Casa de Pedra.

Todos os assuntos tratados na reunião, muitos deles já comentados ao longo deste Laudo Técnico, assim como as informações prestadas, foram documentados na Ata de Reunião que compõe o Anexo I deste trabalho.

3 CONCLUSÃO

Antes de passar para as conclusões específicas deste parecer, é necessário esclarecer que a avaliação da regularidade de uma barragem, embora seja uma avaliação com foco na melhoria da segurança da estrutura, não constitui um trabalho tão abrangente como se espera de uma auditoria de barragem. Tal trabalho exigiria um longo tempo de dedicação, muitos recursos técnicos e uma equipe multidisciplinar.

Mesmo sabendo que se tem a intenção de contemplar o máximo de informações possíveis, a avaliação não ultrapassa abordagens pontuais, com o único intuito de contribuir para reforçar ou manter a condição de segurança da barragem, sem, contudo, ter o compromisso de esgotar o tema.

Em face de tudo quanto examinado nos documentos e constatado na vistoria e nas reuniões, conclui-se que :

3.1 Sobre a Localização do Dique da Sela

O Dique da Sela constitui uma estrutura de altíssimo potencial de dano, tendo em vista a existência de bairros da cidade de Congonhas instalados imediatamente a jusante do barramento.

Não só o maciço construído, como todo o restante do morro onde ele se apoia, deve ser entendido como parte do barramento para contenção dos rejeitos, fato reconhecido pelos próprios consultores da CSN.

Recomendações:

- a) Deve-se garantir que exista (se não existir, deve-se realizar) um programa detalhado de investigação geológico-geotécnica, incluindo sondagens, ensaios de campo e de laboratório, com vistas a garantir o perfeito entendimento do comportamento da estrutura e dos materiais envolvidos, tanto em relação aos maciços construídos, como em relação aos terrenos naturais de fundação e ombreiras do maciço principal e do Dique da Sela.
- b) Deve-se ter uma atenção redobrada quanto ao monitoramento e à manutenção, aplicando-se as melhores práticas de engenharia disponíveis, quando se trata do Sistema de Rejeitos Casa de Pedra.

3.2 Sobre as Obras

As obras nas ombreiras estão sendo realizadas, principalmente, para solucionar problemas de surgências, corrigindo uma situação de risco antes da chegada do período de chuvas.

Essas obras seguiram projeto elaborado pelo Engenheiro Paulo Parra, da empresa de consultoria DAM Engenharia e contaram com o acompanhamento dos consultores Paulo Cruz e Paulo Abrão.

Recomendações:

- a) Ao final da obra deve ser emitido um Relatório de Auditoria revendo os parâmetros adotados e as análises de estabilidade, de forma a se ter uma avaliação realista das condições atingidas.
- b) As análises de estabilidade das seções A-A', B-B' e C-C' devem ser incluídas na avaliação da estabilidade.
- c) Para todo o morro que compõe o Dique da Sela deve-se adotar premissas de construção, monitoramento e análise com o mesmo rigor aplicados aos barramentos. Embora se trate de encosta natural, não é cabível a aceitação de Fatores de Segurança menores que 1,5, inclusive nas seções das ombreiras.



**Ministério Público
do Estado de Minas Gerais
Procuradoria-Geral de Justiça**

CEAT - Central de Apoio Técnico

CENTRAL DE APOIO TÉCNICO

3.3 Sobre o Tipo de Barragem

Analisando as seções do Dique da Sela foi possível perceber que a estrutura foi implantada utilizando os dois métodos construtivos “de linha de centro” e “de montante”.

Segundo os representantes da empresa, por não compor o maciço principal e por não estar presente na seção mais alta do Dique da Sela barragem, não foi mencionado o método construtivo “de montante” nos documentos oficiais da barragem.

Por entenderem que o comportamento do Dique de Sela corresponde ao de uma barragem com alteamento “de linha de centro” e não “de montante”, os representantes da empresa informaram que a Barragem Casa de Pedra (que inclui o Dique da Sela) não estaria incluída no Decreto 46.933/ 2016, do Governo de Minas, que institui a Auditoria Técnica Extraordinária de Segurança de Barragem e dá outras providências.

Entretanto, no art. 1º do referido Decreto consta que:

“Fica instituída a Auditoria Técnica Extraordinária de Segurança de Barragem, que deverá ser realizada em todos os empreendimentos que fazem a disposição final ou temporária de rejeitos de mineração em barragens que utilizem ou que tenham utilizado o método de alteamento para montante.”

Dessa forma, entende-se que o Decreto também se aplica ao Dique da Sela, já que não especifica se a construção “de montante” determina ou não o comportamento do barramento.

Entende-se também que a informação da existência de um trecho do Dique da Sela construído pelo método “de montante” deve fazer parte da documentação oficial da barragem em todos os órgãos reguladores (DNPM, SUPRAM, FEAM, etc.)

Recomendações:

- a) O projeto do Dique da Sela deve ser complementado delimitando com precisão e detalhando os locais onde a barragem foi implantada pelo método de linha de centro e os locais onde a implantação se deu por montante.
- b) A Barragem Casa de Pedra deve ser inserida no programa de “Auditoria Técnica Extraordinária de Segurança de Barragem”, em atendimento à legislação vigente.
- c) Nos documentos oficiais da Barragem Casa de Pedra deve constar a descrição da do trecho construído pelo método “de montante”, sendo nomeado como tal.



Ministério Público
do Estado de Minas Gerais
Procuradoria-Geral de Justiça

CEAT - Central de Apoio Técnico

CENTRAL DE APOIO TÉCNICO

- d) O empreendedor deve dar ciência aos órgãos reguladores sobre os tipos de métodos construtivos adotados nas barragens, independente se eles determinam ou não o comportamento das estruturas.
- e) Em quaisquer processos de licenciamento que envolverem a Barragem Casa de Pedra, o empreendedor deve fazer constar na documentação a existência do trecho construído pelo método "de montante", **com clareza**.

3.4 Sobre as Auditorias

Além da auditoria regular (realizada pela Fontes Geotécnica), à pedido do DNPM, o consultor Paulo Abrão (Diretor da Geoconsultoria) emitiu um Parecer Técnico sobre a Barragem Casa de Pedra e Dique da Sela.

Ambos os auditores (Fontes Geotécnica e Geoconsultoria) atestaram a segurança do barramento principal e do Dique da Sela de Casa de Pedra.

As não conformidades e as dúvidas observadas em relação às auditorias foram comentadas nos itens 2.2.2 e 2.2.5 deste Laudo Técnico.

Recomendações:

- a) Revisar os valores adotados para os parâmetros que alimentam as análises de estabilidade, fazendo **uma análise crítica para validá-los**, garantindo que são **consistentes** e que estão amparados por um programa de investigação geológico-geotécnica robusto. Se necessário, executar programa de investigação geológico-geotécnica complementar.
- b) O projetista da barragem deve reavaliar as análises de estabilidade realizadas para elaboração da Carta de Risco do maciço principal e do Dique da Sela, tanto em relação aos parâmetros escolhidos como em relação à posição de nível d'água e posição do círculo crítico de ruptura, validando e/ou adequando-as.
- c) Ao final da obra, a Geoconsultoria deve complementar o Parecer Técnico apresentando os resultados das análises de estabilidade (revisadas) das seções da barragem, incluindo as seções onde as obras ocorreram. Deve complementar ainda o Parecer Técnico, validando e/ou adequando os parâmetros utilizados nas análises de estabilidade, conforme foi sugerido no próprio documento por ela elaborado.



Ministério Público
do Estado de Minas Gerais
Procuradoria-Geral de Justiça

CEAT - Central de Apoio Técnico

CENTRAL DE APOIO TÉCNICO

3.5 Sobre o PAEBM

O Dique da Sela está posicionado imediatamente a montante de bairros densamente habitados, trazendo o risco de centenas de perdas de vida, no caso de ocorrer uma falha da barragem.

Assim, torna-se necessária uma atenção redobrada quando se trata do Sistema de Rejeitos Casa de Pedra, aplicando as melhores práticas de engenharia para evitar qualquer falha, mas ao mesmo tempo, cuidando do planejamento criterioso das ações emergenciais, caso essas falhas ocorram.

Como exposto no item 2.2.4, o PAEBM da barragem apresenta algumas não conformidades e não foi ainda operacionalizado.

Recomendações:

- a) Intensificar o programa de treinamento do PAEBM, buscando a participação de TODOS os integrantes da empresa que fazem parte do Comitê de Gestão de Segurança, assim como envolvendo ao máximo os agentes externos e a população a jusante.
- b) Agilizar a operacionalização do PAEBM, conforme prescrito na Portaria do DNPM Nº 70.389/ 2017, incluindo: a implantação do sistema de alerta; o cadastro de moradores da ZAS; a identificação dos portadores de necessidades especiais que residem na ZAS; a definição de estratégias para evacuação da população portadora de necessidades especiais; a manutenção do acesso fácil e a iluminação dos taludes de jusante, ombreiras e pés dos taludes (tanto do maciço principal quanto do dique de sela); o estabelecimento detalhado das rotas de fugas e pontos de encontro; a sinalização das rotas de fugas e pontos de encontros; a intensificação dos treinamentos e simulações, entre outras atividades.

3.6 Sobre a Barragem B4 - Extravasor

Foi constatada não conformidade no sistema extravasor da Barragem B4, entretanto os representantes da empresa, juntamente com o auditor, informaram que a não conformidade foi tratada e o sistema extravasor está apto a funcionar em sua capacidade plena.



**Ministério Público
do Estado de Minas Gerais
Procuradoria-Geral de Justiça**

CEAT - Central de Apoio Técnico

CENTRAL DE APOIO TÉCNICO

Recomendação:

- a) Manter sempre livre, desobstruído e em perfeitas condições de funcionamento os sistema extravasor da Barragem B4, assim como os sistemas extravasores das outras estruturas de barramento do empreendimento.

Este trabalho consta de 25 (vinte e cinco) páginas rubricadas, sendo a última assinada.

Colocamo-nos à disposição para maiores esclarecimentos.

Seguem acompanhando este Laudo Técnico, os seguintes anexos:

1. Ata de Reunião 25/09/2017
2. Relatório Técnico de Auditoria de Segurança Barragem Casa de Pedra – Ano Base2017 (FG-1520-CSN-A-BA05-RT01)
3. Relatório Técnico de Auditoria de Segurança Barragem B4 – Ano Base2017 (FG-1741-CSN-A-BA03-RT01-01)
4. Relatório Técnico de Auditoria de Segurança Barragem B5 – Ano Base2017 (FG-1742-CSN-A-BA05-RT01-01)
5. Planos de Segurança da Barragem Casa de Pedra Volume V – Plano de Ações Emergenciais (FG-1629-CSN-A-BA01-MD06)
6. Manual de Operação do Complexo de Barragens Casa de Pedra (BYX-E-CP-RE-001)
7. Parecer Técnico: Barragem Casa de Pedra e Dique da Sela (CS05-RT-01)

Belo Horizonte, 04 de outubro de 2017


Marta Aparecida Sawaya Miranda
Analista do MP – MAMP 2663
Geóloga CREA 77.973/D