



SUL AMERICANA DE METAIS

PROJETO BLOCO 8

EIA - ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL
ADENDO TÉCNICO II

MAIO DE 2021

EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DESTE DOCUMENTO	
Razão social: Brandt Meio Ambiente Ltda.	
CNPJ: 71.061.162/0001-88	
Endereço: Alameda do Ingá, 89 - Vale do Sereno - 34.006-042 - Nova Lima - MG - Tel (31) 3071 7000	
Site: www.brandt.com.br	e-mail: contato@brandt.com.br
Diretor e Representante Legal Geral: Diego Lara	
CPF: 064 754 196 30	
Registro Cadastro Técnico Federal: 2067350	

EQUIPE TÉCNICA DA BRANDT MEIO AMBIENTE		
ESTA EQUIPE PARTICIPOU DA ELABORAÇÃO DESTE DOCUMENTO E RESPONSABILIZA-SE TECNICAMENTE POR SUAS RESPECTIVAS ÁREAS		
TÉCNICO	FORMAÇÃO / REGISTRO PROF.	RESPONSABILIDADE NO PROJETO
Wilfred Brandt	Engenheiro de Minas CREA MG 33956/D	Orientador e revisor do documento
Alceu Raposo	Geógrafo CREA MG 77292/D	Elaboração e coordenação geral do documento
Lucas Lacerda	Geógrafo	Elaboração dos mapas e cálculos de uso e ocupação do solo

EMPREENDIMENTO	
Identificação	Projeto Bloco 8
CNPJ	08.289.492/0004-319
Endereço:	Rodovia BR-251 km 374 - Fazenda Cancela Vale das Cancelas - Grão Mogol - MG - CEP: 39.570-000
Telefone	(38) 3841-4212 / 5268
E-mail	contato@sammetais.com.br

EMPREENDEDOR	
Razão social	Sul Americana de Metais S.A.
CNPJ	08.289.492/0001-99
Endereço	Avenida Floripes Crispim, 1287 Lote 141E Quadra 11 Bairro Novo Panorama - Salinas - MG - CEP: 39.560-000
Telefone	(38) 3841-4212 / 5268
E-mail	contato@sammetais.com.br

REPRESENTANTE LEGAL DO EMPREENDIMENTO	
Representante Legal	Yongshi Jin
CPF	700.175.206-14
Endereço	Avenida do Contorno, 5919 / 10º andar Bairro Funcionários - Belo Horizonte - MG - CEP: 30.110-927
Telefone	(31) 3071-8500
E-mail	jin@sammetais.com.br

EQUIPE TÉCNICA DA SUL AMERICANA DE METAIS S/A		
TÉCNICO	FORMAÇÃO / REGISTRO PROF.	RESPONSABILIDADE NO PROJETO
Eder de Silvio	Diretor de Engenharia	Caracterização do Empreendimento
Endereço	Avenida do Contorno, 5919 / 10º andar Bairro Funcionários - Belo Horizonte - MG - CEP: 30.110-927	
Telefone(s)	(31) 3071-8500	
E-mail	gizelle.andrade@sammetais.com.br eder.silvio@sammetais.com.br	

Sumário

1 - INTRODUÇÃO	6
2 - HISTÓRICO DOS ESTUDOS DE RUPTURA HIPOTÉTICA (DAM BREAK)	7
2.1 - Estudos apresentados no EIA (2018).....	7
2.2 - Estudos apresentados no Adendo Técnico I (2019)	8
2.3 - Estudos apresentados no Adendo Técnico II (2021)	11
3 - PRINCIPAIS MUDANÇAS NO ESTUDO DE RUPTURA HIPOTÉTICA ATUAL (2021)	12
3.1 - Aspectos da atualização do estudo de ruptura hipotético.....	13
3.2 - Cenário temporal	14
3.3 - Cenário locacional do ponto de ruptura.....	14
3.4 - Definição do modo de falha	15
3.4.1- Identificação do Cenário mais crítico	20
4 - DEFINIÇÃO DA ESTRUTURA AMBIENTAL DE CONTENÇÃO - EAC	29
4.1- Breve contextualização do histórico da EAC.....	29
4.2- Breve descrição técnica da nova configuração da EAC	30
5 - REVISÃO DA INTERVENÇÃO NO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E EM APPs	38
5.1 - Áreas de intervenção e supressão de vegetação	38
5.2 - Intervenção em Áreas de Preservação Permanente (APP).....	40
6 - REVISÃO DA AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL	43
6.1 - Estrutura Ambiental de Contenção.....	43
7 - REVISÃO DA AVALIAÇÃO DE RISCO AMBIENTAL	45
7.1 - Considerações sobre os Riscos Ambientais	47
ANEXOS	49
ANEXO 1 - IDENTIFICAÇÃO DO CENÁRIOS DE MAIOR DANO	50
ANEXO 2 - NOVO ESTUDO DE RUPTURA HIPOTÉTICA (DAM BREAK) CONSIDERANDO A ESTRUTURA AMBIENTAL DE CONTENÇÃO (EAC).....	51
ANEXO 3 - PROJETO CONCEITUAL DA ESTRUTURA AMBIENTAL DE CONTENÇÃO - EAC ATUALIZADA.....	52
ANEXO 04 - MAPA DE INTERVENÇÃO NO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E EM APPs.....	53
ANEXO 05 - PROGRAMA DE REMOÇÃO DE DESPOJOS HUMANOS DA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA PELA EAC	54
ANEXO 06 - PROJETO CONCEITUAL DAS BARRAGENS E ARTs CORRESPONDENTES	55
ANEXO 07 - MEMORIAL DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL	56

Quadros

QUADRO 3.1 - Volume das estruturas calculadas	14
QUADRO 3.2- Volumes mobilizados nos reservatórios.....	20
QUADRO 3.3- Resumo resultados mapeados - EAC na EL. 750,00 m	21
QUADRO 3.4- Resumo resultados mapeados - EAC com soleira na EL. 776,00 m.....	22
QUADRO 3.5- Classificação quanto ao Dano Potencial Associado	24
QUADRO 3.6- Pontuação total obtida na classificação por DPA	25
QUADRO 3.7- Dano Potencial Associado da BR	26
QUADRO 3.8- Classificação das Barragens do Complexo Minerário do Projeto Bloco 8 quanto ao Dano Potencial Associado	27
QUADRO 4.1 - Ficha técnica da Estrutura de Contenção	32

QUADRO 4.2 - Ficha técnica do dique de proteção da cava.....	37
QUADRO 5.1 - Área prevista de intervenção para a construção da EAC e dique por classes de uso do solo	38
QUADRO 5.2 - Comparativo da área de intervenção prevista anterior à definição da EAC e dique e área total atualizada por classes de uso do solo	39
QUADRO 5.3 - Áreas identificadas como APP na área intervinda pela EAC.....	42
QUADRO 5.4 - Áreas identificadas como APP na área intervinda pela ADA.....	42
QUADRO 7-1 - Matriz complementar de risco dos eventos perigosos identificados para o Projeto Bloco 8	46

Figuras

FIGURA 3.1 - Ponto crítico de ruptura	14
FIGURA 3.2 - Análise de Liquefação Estática da Barragem 1	17
FIGURA 3.3 - Planta esquemática - Ruptura Barragem 1 - EAC na EL. 750,00 m.....	21
FIGURA 3.4 - Planta esquemática - Ruptura Barragem 1 - EAC com soleira na EL. 776,00 m.	22
FIGURA 4.1 - Visão Geral do Projeto Bloco 8 (complexo minerário e barragem de água do Rio Vacaria).....	30
FIGURA 4.2 - Arranjo da Estrutura de Contenção do Projeto Bloco 8	33
FIGURA 4.3 - Arranjo Geral da EAC e a posição do túnel.....	35
FIGURA 4.4 - Vertedor da Estrutura Ambiental de Contenção.....	36
FIGURA 4.5 - Dique de proteção da Cava - Cenário do Ano 18	37
FIGURA 5.1 - Porcentagem de área prevista de intervenção (ADA total) por classes de uso do solo (área atualizada).....	40
FIGURA 7.1 - Resumo das alterações na avaliação de riscos após o projeto da estrutura ambiental de contenção - EAC.....	47

1 - INTRODUÇÃO

O presente Adendo Técnico II visa complementar e atualizar os estudos ambientais no âmbito do processo de licenciamento ambiental do Projeto Bloco 8 (processo 34129/2017/001/2019) de titularidade da Sul Americana de Metais S/A.

Conforme já ressaltado no Adendo Técnico I (2019) a SAM está empenhada em adotar em seu projeto as melhores soluções relacionadas à segurança, minimização de impactos e riscos e maximização de benefícios socioeconômicos para a região onde se instalará. Nesse sentido, o Projeto Bloco 8 incorporou durante toda sua estruturação diversos avanços tecnológicos e de configuração sempre com objetivo primeiro de ser tornar um projeto inovador e muito seguro.

Sob este conceito de inovação contínua e aperfeiçoamento das técnicas de controle e segurança socioambiental, a SAM juntamente com as consultorias técnicas especializadas veem realizando atualizações do projeto após o protocolo do EIA, o que resultou neste segundo adendo técnico. O objetivo do Adendo Técnico I (2019) foi promover o atendimento à nova legislação estadual, especialmente à Lei 23291 e o desenvolvimento de soluções ambientais que proporcionem ainda maior segurança e sustentabilidade ao Projeto Bloco 8.

Em função de pequenos, mas profundos avanços de melhorias técnicas na segurança do projeto obtidas recentemente (2020 e 2021), foi observada a necessidade de atualização de alguns itens anteriormente submetidos ao órgão ambiental, como o estudo de cenários de ruptura hipotética da Barragem de rejeitos 1 que por conseguinte levou a pequenas alterações no estudo de uso e ocupação do solo e na revisão da avaliação de impactos e da análise de riscos ambientais. Gerou-se ainda uma versão atualizada do Relatório de Impacto no Meio Ambiente - RIMA.

No período de 2018 e 2019 a Consultoria WALM desenvolveu os estudos de ruptura hipotética das barragens de água e rejeito do Projeto Bloco 8 de modo a avaliar a sua extensão, bem como para verificar as Zonas de Auto Salvamento, Zona de Salvamento Secundário, as projeções de mancha e tempos de deslocamento dos fluxos de modo a subsidiar a avaliação de riscos das estruturas do complexo em relação as áreas a jusante do empreendimento. Os estudos foram desenvolvidos considerando as diretrizes da Portaria DNPM N° 70.389 de 17 de maio de 2017 que complementou a Lei 12.334 de setembro de 2010. Estes estudos de ruptura hipotética foram protocolados tanto no EIA (2018) quanto juntamente com a projeção da Estrutura Ambiental de Contenção no âmbito do Adendo Técnico I (2019).

Contudo, recentemente foi publicada a Resolução da Agência Nacional de Mineração ANM n° 32 de 11 de maio de 2020, que estabeleceu novas diretrizes para os estudos de Ruptura Hipotética de Barragens de Rejeitos alterando diretrizes estabelecidas na Portaria DNPM n° 70.389/2017. Desta forma, este Adendo Técnico II atualiza os resultados das revisões efetuadas.

2 - HISTÓRICO DOS ESTUDOS DE RUPTURA HIPOTÉTICA (DAM BREAK)

2.1 - Estudos apresentados no EIA (2018)

As documentações apresentadas no EIA, no ano de 2018, descreveram os estudos hidrológicos e hidráulicos associados a ruptura hipotética das barragens de rejeitos 1 e 2, barragens de água do Córrego do Vale e Industrial e barragem de água do rio Vacaria, bem como as premissas utilizadas, o cenário de análise e os resultados encontrados.

- Para a Barragem 1 (rejeitos) adotou-se a hipótese de ruptura considerando o nível de água como no NA normal da barragem, para os dois cenários de ruptura: barragem na condição inicial com a cava no ano 7 e na condição final com a cava no ano 18;
- De acordo com a propagação dos hidrogramas de ruptura da Barragem 1 pelo vale a jusante, tanto para o cenário inicial, quanto para o cenário final, verificou-se que houve rompimento por galgamento da Barragem do rio Vacaria, localizada 41 km a jusante da Barragem 1;
- Na avaliação da propagação do hidrograma de ruptura da Barragem 1 pelo vale a jusante, considerando a Barragem do rio Vacaria rompendo em cascata, verificou-se que no Cenário Final a mancha se propaga por aproximadamente 399 km a jusante da barragem e no Cenário Inicial aproximadamente 347 km;
- Para a Barragem 2 (rejeitos), foi verificado que a cava é capaz de amortecer o seu hidrograma de ruptura no cenário final, mas não é capaz de amortecer o hidrograma de ruptura do cenário inicial. Para o cenário inicial, foi verificado que o volume de trânsito de cheias da Barragem do rio Vacaria é capaz de amortecer o hidrograma defluente da ruptura da Barragem 2, sem o galgamento da mesma;
- Para a Barragem do rio Vacaria considerando apenas o seu rompimento, foi verificado que, pelo critério de parada adotado, a capacidade de amortecimento do hidrograma de ruptura ao longo do rio Jequitinhonha até que a vazão seja menor que a vazão com TR de 2 anos do rio Jequitinhonha, se deu a cerca de 191 km a jusante desta barragem;
- Para as barragens de água Industrial e do Córrego do Vale verificou-se que, as ondas de ruptura das barragens são amortecidas pelo reservatório da Barragem do Rio Vacaria, que consegue suportar o hidrograma afluente sem o galgamento da mesma.

Para determinação dos cenários de simulação, foram adotadas a metodologia de estudo de ruptura simplificado, como recomendado no documento “Dam Safety Guidelines - Dam Break Inundation Analysis and Downstream Hazard Classification”, elaborado pelo Washington State Department of Ecology em julho de 1992 e posteriormente revisado em outubro de 2007.

Dessa forma os cenários determinados para a ruptura hipotética foram:

- **CENÁRIO INICIAL** - Ruptura do dique inicial (somente para Barragens 1 e 2), considerando o nível de água do reservatório fixado no NA normal desta etapa no momento da ruptura e a configuração da cava referente ao final do ano 7;
- **CENÁRIO FINAL** - Ruptura das barragens no estado final (somente para Barragens 1 e 2) ou no coroamento de crista (demais barragens), considerando o nível de água do reservatório fixado no NA normal no momento da ruptura e a configuração final da cava referente ao ano 18.

Os estudos de *dam break* desenvolvidos no ano de 2018, seguiram como diretrizes as seguintes leis vigentes à época, foram elas:

- Lei nº 12.334/2010 - Lei Federal sobre a Política Nacional de Segurança de Barragens.
- Portaria nº 70.389/2017 do DNPM - Cria o Cadastro Nacional de Barragens de Mineração, o Sistema Integrado de Gestão em Segurança de Barragens de Mineração e estabelece a periodicidade de execução ou atualização, a qualificação dos responsáveis técnicos, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do Plano de Segurança da Barragem, das Inspeções de Segurança Regular e Especial, da Revisão Periódica de Segurança de Barragem e do Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração, conforme art. 8º, 9º, 10, 11 e 12 da Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens - PNSB.
- LEI Nº 3.676/2016. Dispõe sobre o licenciamento ambiental e a fiscalização de barragens no Estado.

2.2 - Estudos apresentados no Adendo Técnico I (2019)

Para atendimento à nova legislação estadual, em especial à lei 23291 e para o desenvolvimento de soluções de engenharia que proporcionassem maior segurança, após o protocolo do EIA no ano de 2018, a SAM se dedicou a novas revisões em seu empreendimento, mas especificamente aos estudos de *dam break* e na adoção de uma Estrutura Ambiental de Contenção (EAC), capaz de conter todo volume mobilizado oriundo de um possível rompimento das barragens do complexo minerário (barragens de rejeito 1 e 2 e barragens de água Industrial e do Córrego do Vale) do Projeto Bloco 8 dentro da futura área da empresa.

Os estudos de ruptura hipotética tiveram como foco a determinação do contorno de propagação da onda de ruptura, com a delimitação das áreas potencialmente inundáveis a jusante, de acordo com as premissas, critérios e metodologias aplicáveis.

Para as análises de *dam break* da Barragem 1, foi considerado o cenário de ruptura considerando o nível de água NA normal e modo de falha por instabilização, para os cenários inicial, rompimento do dique inicial, cuja cota da crista encontra-se na El. 890,0 m e final, rompimento da barragem de fechamento com crista na El. 935,0 m.

Cabe destacar que a revisão dos estudos de dam break aqui apresentada, concentrou-se em verificar os impactos do rompimento apenas para Barragem 1, por se tratar da estrutura identificada como mais danosa. Isto porque os volumes mobilizados para as demais barragens (Barragem de rejeitos 2, barragem de água Industrial e barragem de água Córrego do Vale) são baixos quando comparados a alta capacidade volumétrica de armazenamento da estrutura de contenção (EAC), sendo assim, capaz de retê-los. O detalhamento desse comportamento deverá ser avaliado nas próximas etapas do projeto.

Para determinação dos cenários de simulação, foram adotadas a metodologia de estudo de ruptura simplificado, como recomendado no documento “Dam Safety Guidelines - Dam Break Inundation Analysis and Downstream Hazard Classification”, elaborado pelo Washington State Department of Ecology em julho de 1992 e posteriormente revisado em outubro de 2007.

A utilização do nível de água no NA normal do barramento apresenta resultados aceitáveis para estudos dessa magnitude, como o da Barragem 1. Dessa forma os cenários determinados para a ruptura hipotética foram:

- **CENÁRIO INICIAL** - Ruptura do dique inicial (crista na El. 890,0 m), considerando o nível de água do reservatório fixado no NA normal (El. 887,0 m) no momento da ruptura e a configuração da cava referente ao final do ano 7.
- **CENÁRIO FINAL** - Ruptura da barragem no estado final (crista na El. 935,0 m), considerando o nível de água do reservatório fixado no NA normal (El. 932,0 m) no momento da ruptura e a configuração final da cava referente ao ano 18 mais o Backfill.

Para os dois cenários foi considerado que a Estrutura Ambiental de Contenção já estaria construída, ou seja, crista na elevação 750,0 m.

De acordo com os resultados apresentados nos estudos de dam break de 2019, podem ser elencadas as seguintes constatações:

- Para a Barragem 1 (rejeito), foi verificado que o volume do reservatório da EAC é capaz de conter o seu hidrograma defluente da ruptura nos dois cenários (inicial e final), sem que haja o galgamento da mesma e sem que o extravasor de emergência seja demandado. Portanto, a EAC salvaguarda a barragem Rio Vacaria, assim como demais ocupações a jusante de seu eixo. Nenhuma comunidade seria atingida.
- Na avaliação da propagação do hidrograma de ruptura da Barragem 1 pelo vale a jusante, verificou-se que no Cenário Final a mancha se propaga por aproximadamente 9,5 km (em relação ao talvegue principal), dentro da futura área do empreendimento, pelo córrego Lamarão, onde se localiza a Estrutura Ambiental de Contenção (EAC), onde todo o volume mobilizado ficou retido em seu reservatório;

- Para a Barragem 2 (rejeito), foi verificado que a cava é capaz de amortecer o hidrograma de ruptura da no cenário final (ano 18), mas não é capaz de amortecer o hidrograma de ruptura do cenário inicial (ano 7). Entretanto, como a EAC está a jusante da Barragem 2 e a capacidade em volume de armazenamento da estrutura de contenção é suficiente para conter o volume remanescente da ruptura da Barragem 2 no cenário inicial, conclui-se que todo volume mobilizado ficará retido nesta estrutura de contenção;
- Para as barragens de água Industrial e do Córrego do Vale verificou-se que, os volumes mobilizados das barragens no caso de um possível rompimento, ficariam retidos no reservatório da Barragem do Rio Vacaria, que consegue suportar o hidrograma afluente sem o galgamento desta. Entretanto, devido aos baixos volumes mobilizados destas estruturas e a alta capacidade volumétrica de armazenamento da estrutura de contenção a EAC será capaz de retê-los. Este comportamento deverá ser avaliado nas próximas etapas do projeto.
- Especificamente para a Barragem de água do rio Vacaria, cabe reforçar que se trata de uma barragem construída em enrocamento com núcleo argiloso e etapa única, metodologia distinta da utilizada para construção das Barragens de rejeitos 1 e 2, Barragem de água do Vale e Industrial. Pelo critério de parada adotado: a capacidade de amortecimento do hidrograma de ruptura ao longo do rio Jequitinhonha até que a vazão seja menor que a vazão com TR de 2 anos do rio Jequitinhonha, se deu na seção 30, 191 km a jusante desta barragem.

Os estudos de dam break desenvolvidos no ano de 2019, e protocolizados nos estudos ambientais como Adendo Técnico 1, seguiram como diretrizes as seguintes leis vigentes à época, foram elas:

- Lei nº 12.334/2010 - Lei Federal sobre a Política Nacional de Segurança de Barragens.
- Portaria nº 70.389/2017 do DNPM - Cria o Cadastro Nacional de Barragens de Mineração, o Sistema Integrado de Gestão em Segurança de Barragens de Mineração e estabelece a periodicidade de execução ou atualização, a qualificação dos responsáveis técnicos, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do Plano de Segurança da Barragem, das Inspeções de Segurança Regular e Especial, da Revisão Periódica de Segurança de Barragem e do Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração, conforme art. 8º, 9º, 10, 11 e 12 da Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens - PNSB.
- LEI Nº 3.676/2016. Dispõe sobre o licenciamento ambiental e a fiscalização de barragens no Estado
- Critérios COPAM Nº 87/2017. Dispõe sobre critérios de classificação de barragens de contenção de rejeitos, de resíduos e de reservatório de água em empreendimentos industriais e de mineração no Estado de Minas Gerais.
- Portaria No 237, de 18/10/2001, DOU de 19/10/2001. Dispõe sobre as Normas Reguladoras de Mineração.

2.3 - Estudos apresentados no Adendo Técnico II (2021)

Como informado, o presente Adendo Técnico II atualiza os resultados das revisões efetuadas nos estudos de dam break até então realizados no âmbito do Projeto Bloco 8.

A partir de estudos preliminares desenvolvidos em fevereiro de 2021, procurou-se avaliar o cenário crítico de ruptura hipotética da Barragem 1 em termos temporais e locais e chegou-se à conclusão que tal cenário se daria no ano 18 de operação e com ponto de ruptura localizado na porção do barramento principal de maior altura. Adicionalmente, foi verificado o mecanismo de ruptura potencialmente mais danoso para o vale a jusante, dentre os mais prováveis de ocorrência, sendo definido pelo modo de falha por galgamento.

Os estudos de dam break desenvolvidos no ano de 2021, seguiram como diretrizes as seguintes leis vigentes à época, foram elas:

- Lei nº 12.334/2010 - Lei Federal sobre a Política Nacional de Segurança de Barragens.
- Resolução nº 32/2020 da ANM - Altera a Portaria nº 70.839/2017 do DNPM e dá outras providências.
- Lei nº 14.066/2020 - *altera a Lei Federal sobre a Política Nacional de Segurança de Barragens*. Altera a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), a Lei nº 7.797, de 10 de julho de 1989, que cria o Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA), a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, e o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração).
- Portaria nº 70.389/2017 do DNPM - Cria o Cadastro Nacional de Barragens de Mineração, o Sistema Integrado de Gestão em Segurança de Barragens de Mineração e estabelece a periodicidade de execução ou atualização, a qualificação dos responsáveis técnicos, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do Plano de Segurança da Barragem, das Inspeções de Segurança Regular e Especial, da Revisão Periódica de Segurança de Barragem e do Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração, conforme art. 8º, 9º, 10, 11 e 12 da Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens - PNSB.

Além dos estudos de dam break o Adendo Técnico 2 apresenta também a Revisão do Projeto Conceitual da Estrutura Ambiental de Contenção - EAC prevista para conter eventual ruptura da Barragem 1 do Projeto Bloco 8, de modo a reduzir o possível impacto ambiental gerado e garantir a contenção do rejeito na própria área do projeto.

Os resultados obtidos na atualização dos estudos de ruptura hipotética da Barragem 1 desenvolvidos em 2021 implicaram na necessidade de alteamento da Estrutura Ambiental de Contenção (EAC) prevista nos estudos elaborados em 2019 e, por consequência, no redimensionamento das estruturas auxiliares tais como sistema extravasor de emergência e Dique de Proteção da Cava, tendo em vista que o volume de rejeitos mobilizados foi da ordem de 38% superior ao volume admitido no estudo anterior (desenvolvido entre os anos de 2018 e 2019), passando de 365.225.861,25 m³ para 587.371.696,75 m³.

3 - PRINCIPAIS MUDANÇAS NO ESTUDO DE RUPTURA HIPOTÉTICA ATUAL (2021)

As principais mudanças em relação aos estudos de ruptura hipotética realizados nos anos de 2018 e 2019 e apresentadas no EIA e no Adendo Técnico I (2019) em relação ao Adendo Técnico II (2021) estão sintetizadas a seguir:

- I. A propagação da onda de ruptura hipotética atual foi realizada considerando as características do rejeito existente no reservatório da Barragem 1, admitindo o escoamento não-newtoniano. Para tanto, foram calculados as tensões de escoamento e a viscosidade do fluido em função da concentração volumétrica obtida para a mistura de água, rejeitos mobilizados e o volume desprendido do barramento durante a evolução da brecha. Nos estudos anteriores o escoamento foi admitido como um fluido newtoniano (água), não sendo considerada a sua viscosidade e a tensão do escoamento (WALM, 2021)
- II. Para a simulação da propagação da onda de ruptura hipotética atual foi utilizado o modelo matemático computacional RiverFlow2D, uma vez que esse software permite a variação dos parâmetros supracitados a partir do cálculo da variação da concentração volumétrica que ocorre à medida que fluidos em diferentes concentrações se misturam. Vale mencionar que o modelo bidimensional do HEC-RAS, na versão utilizada nos estudos anteriores não era capaz de simular escoamentos do tipo não-newtonianos. (WALM, 2021)
- III. Na atualização dos estudos, tendo em vista a magnitude da extensão do barramento, a definição da superfície final de ruptura foi realizada considerando a formação de cunha de elipsoidal partindo da fundação do barramento no ponto crítico e seguindo a declividade 1%, considerada como o ângulo estável dos rejeitos pós ruptura, conforme metodologia proposta por BLIGHT, obtendo uma estimativa mais realística dos volumes passíveis de mobilização. No estudo de ruptura desenvolvido nos anos de 2018 e 2019 foi utilizada a metodologia proposta por (FROEHLICH, 2016), que apesar de bastante difundida, não considera os efeitos de erodibilidade do maciço de acordo com os parâmetros geotécnicos da estrutura. (WALM, 2021)
- IV. Por fim, outra adequação dos estudos foi a definição do cenário considerado como de maior dano. Nos estudos anteriores foi considerado o rompimento por instabilização do maciço, com o nível de água na soleira do sistema extravasor da Barragem 1 na EL. 932,00m (NA normal). Na revisão dos estudos, foi realizado um estudo específico para a identificação do cenário de maior dano, tendo sido admitida a hipótese ruptura por galgamento, considerando o NA coincidente com a crista da Barragem 1, ou seja, na EL. 935,00m, maximizando os valores dos volumes mobilizados obtidos.

Em termos comparativos, nos estudos de ruptura hipotética desenvolvidos nos anos de 2018 e 2019, o volume total propagado pela onda foi de 365.225.861,25 m³, cerca de 38% inferior ao volume obtido com a revisão dos estudos ora apresentados.

Nos estudos atuais, o volume de rejeito mobilizado foi calculado a partir da construção de cunha elíptica partindo da elevação da fundação no respectivo ponto e seguindo uma declividade considerada para o ângulo de repouso dos rejeitos. Ressalta-se que, uma vez que não estão disponíveis estudos reológicos para melhor embasar a definição do ângulo de repouso, assumiu-se o valor conservador de 1%.

Nos termos descritos, a cota de fundo considerada foi 795,00m e o volume total mobilizado foi de 575.814.384,89 m³, sendo 544.223.821,52 m³ de rejeitos e 31.590.563,37 m³ de água.

Os estudos preliminares indicaram também que para o cenário crítico a onda de ruptura atingiria a fundação das barragens de água Industrial e a barragem de água córrego do Vale. Diante desse fato, considerou-se também a mobilização integral dos maciços e volumes de água contidos nos reservatórios das referidas estruturas, correspondendo à um total de 21.941.297 m³ para a Barragem Industrial e 2.286.495 m³ para a Barragem do Vale.

A partir da definição do volume e considerando-se as características geotécnicas dos materiais componentes do barramento da Barragem 1 no ponto de ruptura, foi construído modelo de erodibilidade do maciço, tendo como gatilho o processo de galgamento. Dessa forma, foi gerado um hidrograma de ruptura hipotética que apresentou uma vazão de pico de 662.575,26 m³/s, resultando em um volume final propagado de 587.371.696,75 m³. Ressalta-se que esse volume leva em conta a quantidade de material erodido do próprio maciço (volume total mobilizado de 575.814.384,89 m³ acrescido do volume erodido do maciço de 11.557.311,86 m³).

Diante do exposto, neste documento é apresentada a atualização dos estudos de ruptura hipotética da Barragem de Rejeitos 1, visando o atendimento das diretrizes preconizadas pela nova resolução da ANM, considerando as alterações citadas acima.

Como complemento dos resultados, no presente documento, também foi pré-definida a cota da soleira do sistema extravasor de emergência que a Estrutura Ambiental de Contenção (EAC) deverá possuir para ser capaz de conter a onda dos rejeitos provenientes de uma eventual ruptura da Barragem 1 (e, conseqüentemente, das demais do complexo minerário) considerando o cenário definido como o de maior dano.

3.1 - Aspectos da atualização do estudo de ruptura hipotético

Com base no exposto acima foi então realizado uma atualização dos estudos de ruptura hipotética da Barragem de Rejeitos 1, visando o atendimento das diretrizes preconizadas pela nova resolução da ANM, considerando as alterações citadas acima. O texto a seguir é um extrato dos estudos realizado pela Walm (2021) que se encontram na íntegra nos Anexos 1 e 2 deste documento.

Conforme os estudos (WALM, 2021) a metodologia utilizada para o estudo de definição de cenário crítico de ruptura hipotética da Barragem 1 pode ser resumida em três etapas principais, a saber:

- Definição do cenário crítico em relação à evolução temporal do empreendimento;
- Escolha locacional do ponto de ruptura a partir da identificação da seção de maior altura ao longo de toda a extensão do barramento, e;
- Definição do mecanismo de ruptura potencialmente mais danoso para o vale a jusante, dentre os mais prováveis.

3.2 - Cenário temporal

Para consideração do cenário mais crítico de ruptura hipotética das estruturas constituintes do Projeto Bloco 8, em termos temporais, foi realizada a partir da análise do balanço entre a soma dos volumes disponíveis nos reservatórios dos barramentos (Barragem de Rejeitos 1, Barragem de Rejeitos 2, Barragem de Água Industrial e Barragem de Água do Córrego do Vale) e o volume disponível na cava, sempre considerando o volume da cava do ano anterior.

Os valores encontrados para o balanço volumétrico apontam o ano 18 como de maior criticidade.

QUADRO 3.1 - Volume das estruturas calculadas

Ano _i	Volume estrutura (Mm ³)					Balanço: $\sum \text{Bar}_{-i} - \text{Cava}_{-i,1}$
	Barragem 1	Barragem 2	Barragem Industrial	Barragem do Vale	Cava	
18	927,47	232,72	20,93	1,82	117,04	1.128,74

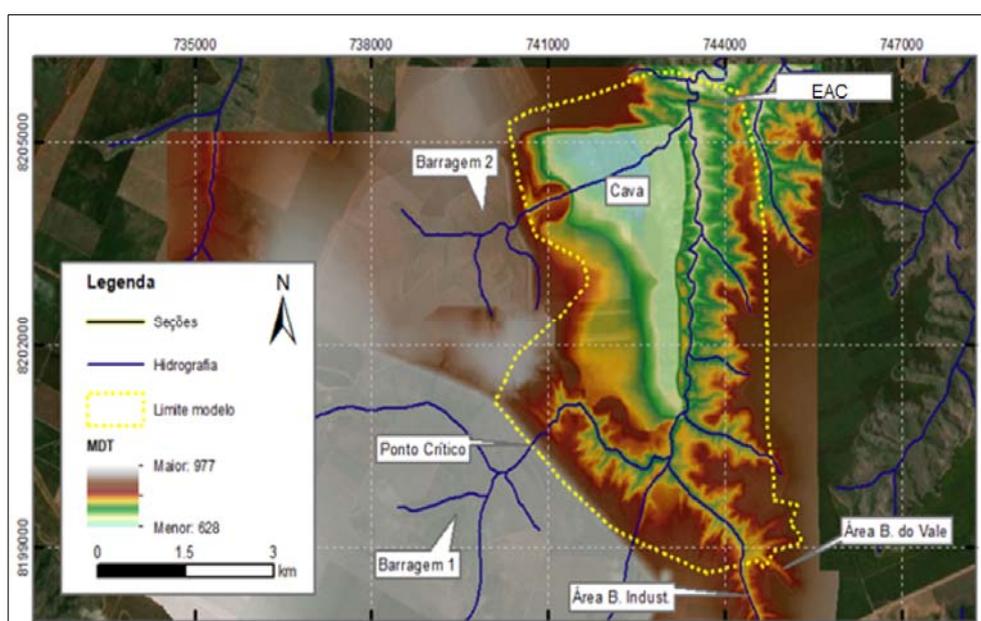
Fonte: (WALM, 2021)

3.3 - Cenário locacional do ponto de ruptura

Após determinado o ano 18 como cenário temporal crítico buscou-se definir, ao longo do eixo da Barragem 1, o ponto de ruptura capaz de produzir efeitos mais adversos no vale à jusante. Para tanto, admitiu-se a seção do barramento de maior altura, localizada em sua porção central, por ser o local com maior risco de falha e que acarreta em um maior volume mobilizado e propagado para jusante.

A FIGURA 3.1 ilustra a configuração topográfica para o cenário determinado e a localização do ponto inicial de ruptura.

FIGURA 3.1 - Ponto crítico de ruptura



Fonte: (WALM, 2021)

3.4 - Definição do modo de falha

O estudo da ruptura hipotética da Barragem 1 baseia-se na caracterização dos potenciais eventos adversos e circunstâncias anômalas que podem levar a origem da ruptura e, diante desses eventos, a identificação dos mais prováveis mecanismos de ruptura. Com a definição do mecanismo de ruptura potencialmente mais danoso para o vale a jusante dentre os mais prováveis, iniciam-se os estudos de propagação da onda de ruptura. (WALM, 2021)

Alguns eventos adversos e circunstâncias anômalas que podem desencadear a ruptura de uma barragem são: Evento extremo de precipitação; Obstrução do sistema extravasor da barragem; Abalos sísmicos; Recalques ou colapso da fundação; Colmatação da drenagem interna.

Em termos gerais, essas circunstâncias levam a barragem a romper pelos seguintes mecanismos de ruptura: Galgamento (*overtopping*); Erosão interna (*piping*); Liquefação ou Instabilidade estrutural.

Esses modos são desencadeados pela ocorrência única ou simultânea de eventos adversos. Nos itens subsequentes, será analisada a possibilidade de ocorrência dos mecanismos que podem desencadear em uma eventual ruptura de barragem.

Galgamento

O Galgamento, também denominado como *overtopping*, é uma das maiores causas de rupturas de barragens no mundo e sua ocorrência se dá quando o nível de água no reservatório se eleva além da cota da crista. As principais causas que podem provocar o rompimento por galgamento são:

- Ocorrência de eventos de cheias que superam a capacidade do sistema extravasor;
- Problemas operacionais relacionados ao mau funcionamento de comportas e/ou despreparo dos operadores;
- Obstruções da seção hidráulica do sistema extravasor.

O sistema extravasor de emergência da Barragem 1 foi dimensionado de acordo com os critérios mais restritivos preconizados pelas normas nacionais e internacionais, sendo capaz de laminar cheias associadas a um período de retorno de 10.000 anos, o que equivale a eventos com probabilidade de ocorrência inferiores a 0,01%. Adicionalmente, visando agregar segurança hidráulica do maciço, foi admitida uma borda livre mínima de 1,0 m, o que reduz ainda mais a probabilidade de ocorrência. (WALM, 2021)

A probabilidade da ocorrência de problemas operacionais relacionados ao mau funcionamento de comportas e/ou despreparo dos operadores não é aplicável à Barragem 1 uma vez que a estrutura extravasadora é um canal de superfície com soleira livre. (WALM, 2021)

E, para que ocorra a obstrução do sistema extravasor da Barragem 1 é necessário que haja objetos com dimensões na área de contribuição ou no reservatório capazes de obstruir o emboque do vertedouro. A montante da barragem não existe vegetação de grande porte, dessa forma, é muito pouco provável que durante um evento de chuva intenso troncos de árvores sejam carregados e retidos na seção do emboque.

Diante do exposto, pode-se concluir que a probabilidade de ocorrência de uma eventual ruptura da Barragem 1 por galgamento é muito baixa, com risco quase nulo.

Erosão Interna (Piping)

A erosão interna (*piping*) é um processo onde se forma um tubo de escoamento preferencial conhecido como entubamento (*piping*) causado pela percolação da água. Falhas ocasionadas por *piping* são eventos que ocorrem por erosão regressiva, na qual se forma um tubo, gerado do carreamento de partículas de jusante para montante no maciço do solo compactado. Este tubo tende a expandir gradativamente seu diâmetro conforme a água percorre pelo solo compactado, levando então ao colapso da estrutura.

De modo geral, pode-se dizer que a instabilidade de barragens ocasionada por *piping* é decorrente do fluxo descontrolado de água, no maciço ou na fundação, que gera percolação nos espaços vazios do solo, reduzindo as forças de tensão superficial entre os grãos. Dessa forma, para que ocorra *piping* é necessário que exista uma lâmina de água no talude de montante da barragem com carga hidráulica suficiente para percolar pelo maciço ou fundação e carrear partículas do maciço.

A avaliação quanto a percolação objetiva, principalmente, verificar o comportamento do fluxo percolado e se será suficiente para mobilizar o aterro e/ou a fundação da barragem, de forma que possa provocar erosão no pé do talude de jusante e, conseqüentemente, a ruptura progressiva da barragem. Assim, a melhor forma de se evitar esse modo de falha em barragens de aterro compactado é a implantação de sistema de drenagem interna em barragens, como filtro vertical e tapete drenante na base do talude de jusante.

No projeto conceitual da Barragem 1 foi previsto um sistema de drenagem interna no maciço composto por um filtro vertical e tapete drenante no fundo do talvegue de maneira a garantir a condução adequada do fluxo de água proveniente das vazões percoladas pelo maciço e fundação, evitando processos erosivos no aterro e no pé do talude de jusante e, conseqüentemente, a ruptura progressiva da barragem. (WALM, 2021)

Vale ressaltar que o sistema de drenagem proposto foi devidamente dimensionado considerando os resultados obtidos nas análises de percolação, indicando, assim, uma probabilidade de ocorrência muito baixa.

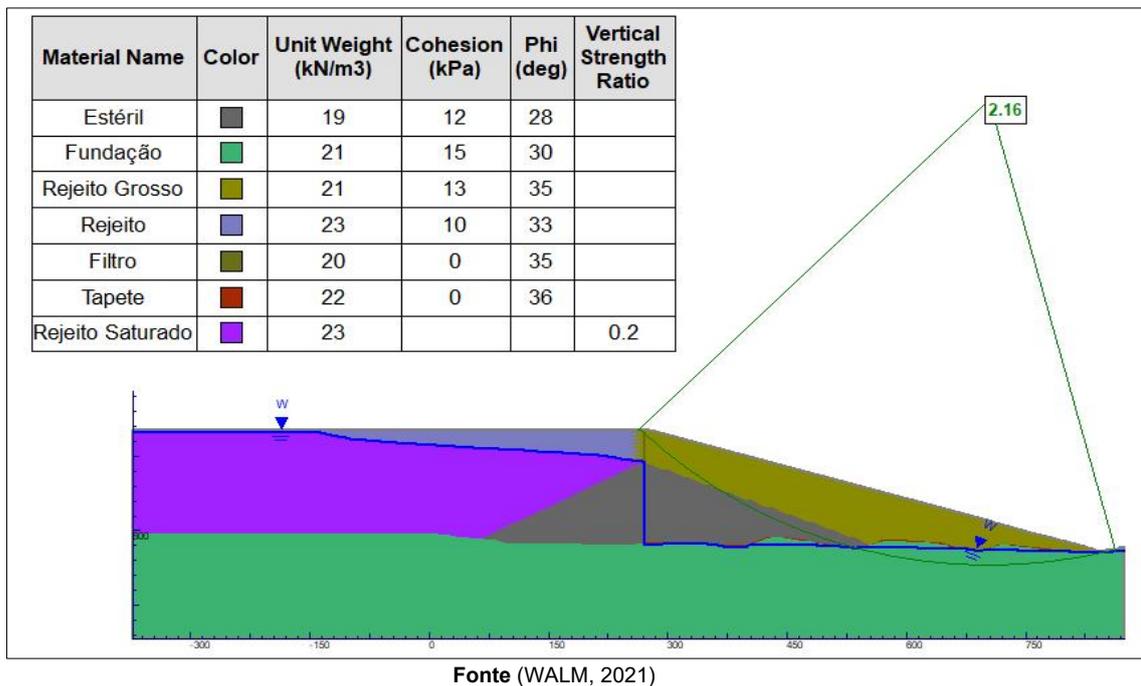
Liquefação

A Liquefação ocorre por solicitação estática ou dinâmica de maciço poroso parcial ou totalmente saturado, no qual, por baixa permeabilidade e compactação, a carga passa a ser suportada pela fração líquida produzindo levitação dos sólidos e, desta forma, a massa toda passa a se comportar por período de tempo limitado como um líquido.

No projeto conceitual da Barragem 1 foi realizada análise de liquefação estática da Barragem 1, embasada pelos estudos de retro análise desenvolvidos por Olson (2001). Vale mencionar que essa metodologia foi baseada na avaliação da liquefação e na retroanálise de 33 casos históricos de ruptura por liquefação, por meio de correlações entre as razões de resistência ao cisalhamento de pico e liquefeita. Os resultados da análise visando verificar a susceptibilidade da Barragem 1 ao processo de ruptura por liquefação podem ser visualizados na Fonte (WALM, 2021)

Erro! Fonte de referência não encontrada., onde foi obtido o Fator de Segurança (FS) de 2,16.

FIGURA 3.2 - Análise de Liquefação Estática da Barragem 1



O critério de verificação de segurança contra a liquefação estática, isto é, os fatores de segurança mínimos (FS) que devem ser alcançados para que seja garantida a estabilidade do material caracterizado como susceptível à liquefação, não está normatizado, nem em normas internacionais e tampouco na norma brasileira de projeto de barragens de mineração (ABNT NBR 13028: 2017). Esta norma, em sua última revisão, emitida em 2017, deixou a critério do projetista o estabelecimento dos fatores de segurança mínimos.

A WALM entende que, na ausência de normatização, estes fatores mínimos devem ser estabelecidos de forma conservadora e com base nas boas práticas de engenharia. De acordo com pesquisas realizadas, foram encontradas na literatura internacional as seguintes recomendações:

- Chapman et al. (2015) reporta o fator de segurança mínimo para a análise para a condição de resistência não-drenada de pico de $FS \geq 1,5$;
- Martin et al. (2002) reporta o fator de segurança mínimo para a condição de resistência não-drenada de pico de $FS \geq 1,5$.

A prática brasileira, ainda não documentada em artigos de congresso e periódicos, tem sido a de considerar $FS \geq 1,3$ para os parâmetros de resistência não-drenada de pico.

Diante do exposto e considerando o resultado da análise apresentada na Figura 8.1, pode-se concluir que a Barragem 1 não é susceptível ao processo de ruptura por liquefação. O fator de segurança obtido de 2,16 é muito superior aos valores recomendados nas referências bibliográficas internacionais existentes e também ao valor praticado no Brasil.

Seguem abaixo alguns pontos relevantes acerca da concepção admitida para a Barragem 1 que corroboram com a não susceptibilidade desta estrutura ao processo de ruptura por liquefação:

- a) O conceito de armazenamento de rejeito adotado para a Barragem 1, a partir de um barramento alteado pelo método de linha de centro com um filtro-septo vertical, associado à manutenção de uma extensa praia de rejeito a montante (com extensão superior a 400 m), vai de encontro às boas práticas de engenharia, resultando no controle do nível freático, impedindo que comportamentos adversos possam se concretizar.
- b) A disposição e compactação controlada dos rejeitos grossos para a construção do espaldar de jusante, associado ao lançamento de rejeito grosso conjuntamente com rejeito fino (material silto-arenoso) a montante, resulta na otimização da seção transversal da estrutura. Esta otimização permite que preocupação quanto à instabilidade do talude de jusante do barramento construído com os próprios rejeitos por liquefação estática passa a ser excluída conceitualmente, na medida em que o material a ser lançado e que configurará o talude de jusante do barramento terá construção compactada e controlada, resultando em material com comportamento dilatante, e não saturado, na medida em que o filtro-septo interceptará e conduzirá adequada e controladamente para fora desta região as infiltrações geradas pela existência do reservatório gerado pela deposição das lamas e rejeitos finos.

Em síntese, a Barragem 1 não é susceptível à liquefação, devido ao fato de que o talude de jusante desta estrutura apresentar-se não saturado e compactado.

Ainda, vale mencionar que de um modo geral, as barragens do Projeto Bloco 8 foram concebidas visando eliminar o risco de liquefação, tendo como principais as seguintes providências:

- Durante a construção e operação, os materiais serão periodicamente testados para confirmação de adequação ao projetado;
- A premissa construtiva é garantir permeabilidade adequada aos materiais construtivos de modo a evitar risco de liquefação;
- Também a construção será inspecionada, camada a camada, similarmente ao que se faz em aterros de alta responsabilidade como por exemplo barragens hidrelétricas. Esta inspeção garantirá que foi atingido o requisito especificado de compactação em cada camada;

- A equipe responsável pela construção e pela operação será totalmente independente da equipe responsável pela produção. A equipe responsável pelo sistema de rejeitos terá autoridade sobre os materiais e métodos construtivos e, a qualquer tempo, em se verificando inadequação que possa mesmo que remotamente por em risco as barragens, terá autonomia de delegação para interromper a operação até que se solucione os problemas identificados, a despeito de quaisquer prejuízos de produção e financeiros que possam ocorrer;
- Além do cuidado já previsto de utilização de materiais de construção com drenagem e compactação adequados, está também prevista a construção de um filtro septo ao longo de todo o corpo da barragem, que eliminará rapidamente qualquer infiltração que pudesse migrar para o talude de jusante, parte mais solicitada da barragem;
- A filosofia de projeto é a adoção das melhores práticas para construções deste tipo, priorizando-se a segurança. Neste momento, tem-se um projeto conceitual. Quaisquer melhorias tecnológicas que possam surgir para melhoria do desenho destas obras serão avaliadas e incorporadas se aplicáveis, seja em instrumentação, automação, tecnologia de materiais, etc.

Instabilidade Estrutural:

A ruptura local ou global dos taludes de uma barragem ocorre pela redução do fator de segurança provocado por diversos mecanismos, principalmente: erosões nos taludes de jusante ou montante, elevação do nível freático, deformação excessiva, rebaixamento rápido do reservatório, eventos sísmicos, colmatação de filtros e drenos, deficiência na compactação do maciço, falhas no tratamento de fundação e erros de projeto.

Apesar de abalos sísmicos nessa localidade raramente possuem magnitude e intensidade elevadas, podem ocorrer terremotos causados por desgastes na placa tectônica, promovendo possíveis falhas geológicas. Desta maneira, no projeto conceitual da Barragem de Rejeitos 1 também foram realizadas análises de estabilidade sísmica induzida por sismo natural. Os fatores de segurança resultantes dessas análises foram superiores ao valor recomendado pela NBR 13.028/2017, indicando a improbabilidade de ruptura do maciço por montante.

Conclusão

Com base na avaliação dos possíveis mecanismos que podem levar o sistema ao rompimento da Barragem 1 e tendo em vista que é esperado que a estrutura seja implantada seguindo rigorosamente o especificado em projeto e as boas práticas de engenharia, não foram vislumbrados mecanismos de ruptura com probabilidades reais de ocorrência. Diante do exposto, de forma conservadora, assumiu-se como gatilho para o processo de ruptura o galgamento da barragem, pois, uma vez descartada a possibilidade de liquefação, as rupturas cuja gênese se dão por esse mecanismo geralmente produzem maiores danos a jusante.

Por definição, na ruptura por galgamento, o nível de água deve ser coincidente com o da crista da barragem e no modo de falha por piping, o nível de água é considerado na soleira do sistema extravasor ou fixado no NA Max. Maximorum. Desta maneira, o volume total propagado pelo modo de falha por galgamento tende a ser superior, e, por consequência, potencialmente mais danoso. Além disso, devido a tendência do processo de ruptura por piping ocorrer de maneira mais lenta, os hidrogramas de ruptura gerados por esse método costumam apresentar vazões de pico inferiores quando comparados aos hidrogramas gerados pelo processo de galgamento.

3.4.1- Identificação do Cenário mais crítico

As avaliações apresentadas ao longo do estudo realizado pela WALM (2021) permitiram concluir que o cenário crítico de ruptura hipotética da Barragem 1 ocorreria no ano 18 de operação, com o ponto de ruptura localizado na seção do barramento de maior altura, tendo por gatilho o modo de falha por galgamento.

Cabe ressaltar que, nos estudos preliminares elaborados em 2021 para a identificação do cenário de maior dano (Anexo 3), foi observada que a mancha de inundação provocada pela ruptura hipotética da Barragem de Rejeitos 1 atinge as Barragens de água Industrial e do Córrego do Vale. Diante do exposto, na atualização dos estudos de ruptura hipotética da Barragem de Rejeitos 1 apresentada neste documento, foi considerada a ruptura simultânea das estruturas supracitadas.

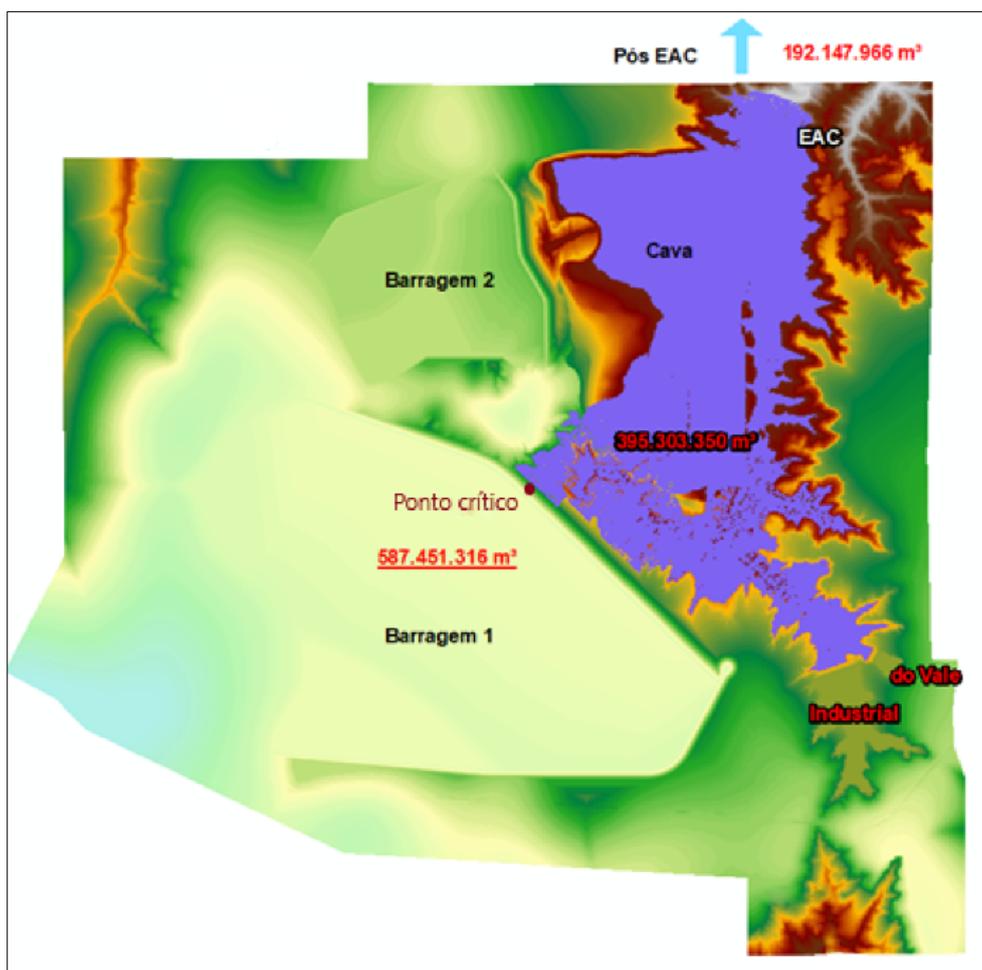
O volume de água livre e rejeito mobilizado estão apresentados na tabela a seguir:

QUADRO 3.2- Volumes mobilizados nos reservatórios

Fração	Estruturas		
	Barragem 1	Barragem Industrial	Barragem do córrego do Vale
Água livre (m³)	31.590.563,37	19.322.109,58	1.639.739,60
Rejeitos (m³)	544.223.821,52	-	-
Total mobilizado (m³)	575.814.384,89		
Percentual mobilizado	61,8%	100%	100%

Fonte: WALM (2021)

No desenho abaixo é apresentada a mancha de inundação obtida da ruptura hipotética da Barragem de Rejeitos 1 pelo ponto crítico considerando a Estrutura Ambiental de Contenção projetada nos estudos elaborados em 2018, ou seja, com a crista na El. 750,00 m. No mapa está descrito também o volume total escoado da Barragem 1, o volume retido na malha da área do Projeto Bloco 8 e os volumes propagados nas diferentes seções monitoradas. (WALM, 2021)

FIGURA 3.3 - Planta esquemática - Ruptura Barragem 1 - EAC na EL. 750,00 m

Fonte: (WALM, 2021)

QUADRO 3.3- Resumo resultados mapeados - EAC na EL. 750,00 m

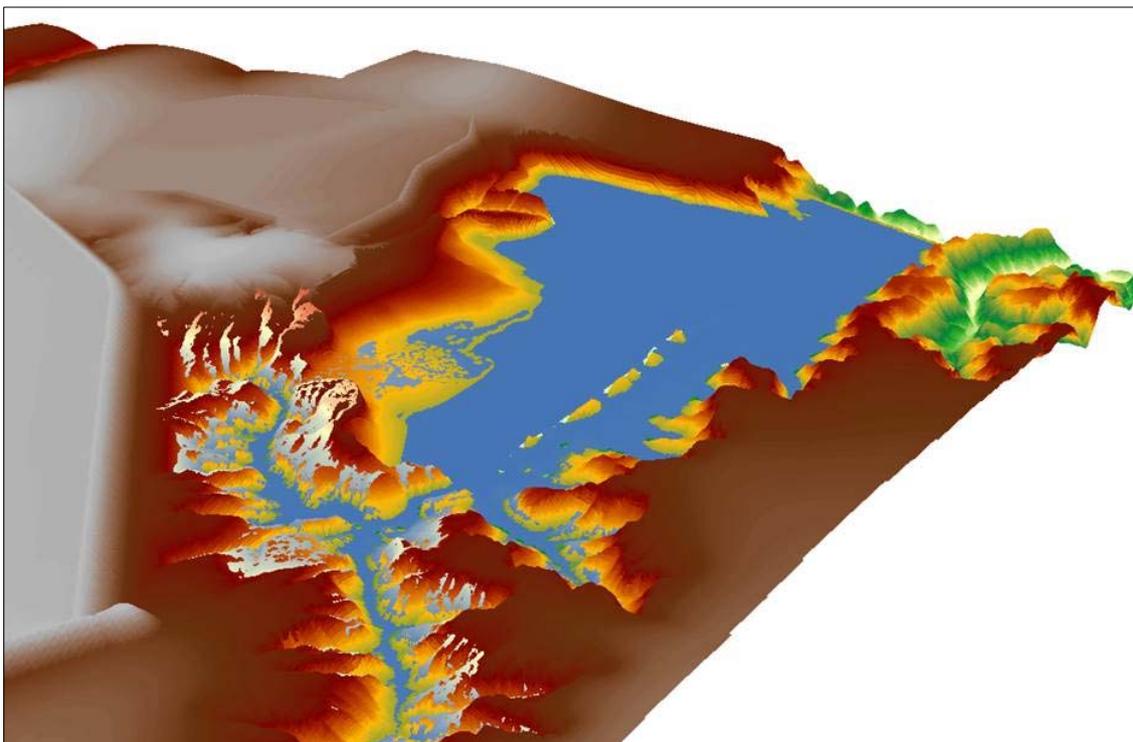
Modelo de ruptura	Volume total propagado (m³)	Volume retido (m³)	Volume propagado POS EAC
Cenário Crítico	587.451.316	395.303.350	192.147.966

Fonte: (WALM, 2021)

Com base nos estudos realizado para o rompimento os resultados obtidos indicaram que a Estrutura Ambiental de Contenção (EAC) projetada pela WALM em 2018 com crista na EL.750,00m não foi capaz de conter a onda gerada pela ruptura hipotética da Barragem 1, considerando a atualização dos estudos em 2021, sendo propagado um volume remanescente de 192.147.966 m³ para jusante da EAC. (WALM, 2021)

Assim, foi necessário realização de novas simulações considerando a implantação do maciço da EAC em altura infinita, sendo monitoradas as vazões de saída. Os resultados obtidos para essa nova simulação mostraram que a onda de ruptura atingi a elevação máxima no reservatório da EAC na EL. 775,36 m. Desta maneira, a cota da soleira do sistema extravasor capaz de conter toda a onda de rejeitos provenientes de uma eventual ruptura da Barragem de Rejeitos 1, no ponto considerado como o mais crítico, teve que ser atualizada e redefinida para EL. 776,00m. (WALM, 2021)

FIGURA 3.4 - Planta esquemática - Ruptura Barragem 1 - EAC com soleira na EL. 776,00 m.



Fonte: (WALM, 2021)

QUADRO 3.4- Resumo resultados mapeados - EAC com soleira na EL. 776,00 m

Modelo de ruptura	Volume total propagado (m³)	Volume retido (m³)	Volume propagado para NO	Volume propagado PÓS EAC	Volume propagado SE
Cenário Crítico	587.451.316	587.451.316	0	0	0

Fonte: (WALM, 2021)

Cabe ainda ressaltar que mediante o cenário de maior dano simulado, foi observada que a mancha de inundação provocada pela ruptura hipotética da Barragem de Rejeitos 1 atinge as Barragens de Água Industrial e do Córrego do Vale. Diante do exposto, na atualização dos estudos de ruptura hipotética da Barragem de Rejeitos 1 foi considerada a ruptura simultânea das estruturas supracitadas e validada a cota da soleira do sistema extravasor pré-definida nos estudos desenvolvidos no presente documento na EL. 776,00 m. (WALM, 2021)

Requisitos do critério de parada e Zona de Autossalvamento (ZAS)

De acordo com a Portaria no 70.389/2017 do DNPM, a Zona de Autossalvamento é definida como a região a jusante da barragem que se considera não haver tempo suficiente para uma intervenção das autoridades competentes em caso de acidente. De acordo com os critérios da Portaria, a Zona de Autossalvamento pode ser definida como a maior entre as distâncias atingidas pela mancha hipotética de ruptura da barragem a partir dos seguintes critérios:

- 30 (trinta) minutos; ou
- 10 (dez) quilômetros.

Tento em vista que a EAC se encontra à uma distância inferior a 10 km do barramento no ponto de ruptura, definiu-se como Zona de Autossalvamento (ZAS) toda a área atingida, cuja localização encontra-se interna ao futuro limite de áreas previsto para o empreendimento.

Uma vez que o volume do reservatório da EAC é capaz de conter todo o volume proveniente da ruptura hipotética da Barragem 1, sem que haja o galgamento da mesma e sem que o extravasor de emergência seja demandado, o fim do mapeamento de inundação se deu na seção do eixo da EAC (aprox. 9,50 km a jusante da Barragem 1). Portanto a Zona de Autossalvamento (ZAS) é definida como sendo a região entre a Barragem 1 e a EAC. (WALM, 2021)

Vale ressaltar que a EAC foi concebida com um sistema de comporta que será programada para fechar automaticamente, contendo toda a onda de rejeitos provenientes de um possível rompimento da Barragem 1. (WALM, 2021)

Descrição resumida do potencial de inundação

A área a jusante da Barragem 1 e a montante da EAC delimitada para o desenvolvimento do estudo (*Dam Break*) se insere na porção norte do estado de Minas Gerais e abrange uma extensão de aproximadamente 9,50 km. A aproximadamente 1 km a jusante da Barragem 1 encontra-se a cava da planta da SAM, a qual apresenta ocupação de área até a elevação 743,90 m (considerando a cenário crítico da Barragem 1, no cenário final de 18 anos). (WALM, 2021)

Os trechos inundados são caracterizados como terreno natural, sendo estas áreas de campo ou de mata, ao longo da calha do rio, além de áreas antropizadas. O curso de água no percurso da mancha de inundação é o córrego Lamarão. Destaca-se ainda que nesse trecho não foi observado nenhum aglomerado urbano. Contudo, ao longo do córrego Lamarão existem algumas benfeitorias, que, em função do empreendimento, serão relocadas mediante o processo de negociação fundiária. (WALM, 2021)

Classificação quanto ao dano potencial

Conforme a Portaria ANM nº 70.389/2017, a classificação de barragem quanto ao Dano Potencial Associado (DPA) é realizada de acordo com o volume do reservatório, a existência de população a jusante, impactos sociais, econômicos e ambientais, identificados com base nos estudos de ruptura hipotética. (WALM, 2021)

Estes impactos são verificados através dos parâmetros de avaliação e do somatório de pontos que resultam na classificação por DPA, conforme apresentados na

abaixo. Como referência de interferências, foram utilizados os limites definidos pela envoltória máxima de inundação, decorrente da ruptura hipotética do sistema de contenção e sedimentos. (WALM, 2021)

Ressalta-se que no Anexo 7 do presente documento está o Memorial de Caracterização Ambiental no qual apresenta a atualização completa do DPA realizada pela WALM (2021).

QUADRO 3.5- Classificação quanto ao Dano Potencial Associado

Volume Total do Reservatório	Existência de População a Jusante	Impacto Ambiental	Impacto Socioeconômico
MUITO PEQUENO	INEXISTENTE	INSIGNIFICANTE	INEXISTENTE
≤ 500 mil m ³ volume total do reservatório (CMV) = 124.000 m. ³	(não existem pessoas permanentes/residentes ou temporárias/transitando na área afetada a jusante da barragem)	(área afetada a jusante da barragem encontra-se totalmente descaracterizada de suas condições naturais e a estrutura armazena apenas resíduos Classe II B - Inertes, segundo a NBR 10.004 da ABNT)	(não existe quaisquer instalações na área afetada a jusante da barragem)
(1)	(0)	(0)	(0)
PEQUENO	POUCO FREQUENTE	POUCO SIGNIFICATIVO	BAIXO
500 mil a 5 milhões m ³	(não existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, mas existe estrada vicinal de uso local)	(área afetada a jusante da barragem não apresenta área de interesse ambiental relevante ou áreas protegidas em legislação específica, excluídas APPs, e armazena apenas resíduos Classe II B - Inertes, segundo a NBR 10.004 da ABNT)	(Existe pequena concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura de relevância socioeconômico e cultural na área afetada a jusante da barragem)
(2)	(3)	(2)	(1)
MÉDIO	FREQUENTE	SIGNIFICATIVO	MÉDIO
5 milhões a 25 milhões m ³	(não existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, mas existe rodovia municipal ou estadual ou federal ou outro local e/ou empreendimento de permanência eventual de pessoas que poderão ser atingidas)	(área afetada a jusante da barragem apresenta área de interesse ambiental relevante ou áreas protegidas em legislação específica, excluídas APPs, e armazena apenas resíduos Classe II B - Inertes, segundo a NBR 10.004 da ABNT)	(existe moderada concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura de relevância socioeconômico e cultural na área afetada a jusante da barragem)
(3)	(5)	(6)	(3)

Volume Total do Reservatório	Existência de População a Jusante	Impacto Ambiental	Impacto Socioeconômico
GRANDE	EXISTENTE	MUITO SIGNIFICATIVO	ALTO
25 milhões a 50 milhões m ³	(existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, portanto, vidas humanas poderão ser atingidas)	(barragem armazena rejeitos ou resíduos sólidos classificados na Classe II A - Não Inertes, segundo a NBR 10.004 da ABNT)	(existe alta concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura de relevância socioeconômico e cultural na área afetada a jusante da barragem)
(4)	(10)	(8)	(5)
MUITO GRANDE	-	MUITO SIGNIFICATIVO AGRAVADO	-
≥ 50 milhões m ³		(barragem armazena rejeitos ou resíduos sólidos classificados na Classe I- Perigosos, segundo a NBR 10.004 da ABNT)	
(5)		(10)	
RESULTADO DA AVALIAÇÃO		∑ DPA =	16

Fonte: (WALM, 2021)

O somatório das pontuações obtidas por parâmetro de avaliação resultou em 16 pontos, conforme apresentado no quadro a seguir. No Anexo 7 está o Memorial de Caracterização Ambiental no qual apresenta a atualização completa do DPA realizada pela WALM (2021).

QUADRO 3.6- Pontuação total obtida na classificação por DPA

DANO POTENCIAL ASSOCIADO (DPA)		
Referência	Item Avaliado	Pontuação
	Volume Total do Reservatório	5
	Existência de População a Jusante	5
	Impacto Ambiental	6
	Impacto Socioeconômico	0
PONTUAÇÃO TOTAL (DPA)		16

Fonte: (WALM, 2021)

De acordo com as faixas de classificação, apresentadas no quadro a seguir, a Barragem de Rejeitos 1 é classificado como Dano Potencial Associado ALTO.

QUADRO 3.7- Dano Potencial Associado da BR

FAIXA DE CLASSIFICAÇÃO - DANO POTENCIAL ASSOCIADO (DPA)	
Classificação	DPA
ALTO	≥ 13
MÉDIO	$7 < DPA < 13$
BAIXO	≤ 7
CLASSIFICAÇÃO DAS ESTRUTURAS	ALTO

Fonte: (WALM, 2021)

A classificação quanto à categoria de dano potencial associado às barragens do Bloco 8 foi realizada, inicialmente, com base nas manchas de inundação resultantes dos estudos de ruptura hipotética desenvolvidos em 2018, sem considerar a Estrutura Ambiental de Contenção, uma vez que esses estudos foram elaborados em data anterior a sua proposição.

Desta maneira, na revisão dos estudos de ruptura hipotética desenvolvidos em 2021, fez-se necessária a atualização da classificação do DPA das barragens do Bloco 8, considerando a atuação da Estrutura de Contenção Ambiental. Cabe ressaltar que a EAC foi concebida com a finalidade de reduzir os riscos socioeconômicos e ambientais provocados pelo eventual rompimento das barragens do complexo minerário do Projeto Bloco 8, sendo capaz de conter todo o volume mobilizado proveniente de um possível rompimento dessas estruturas dentro da futura área prevista para o empreendimento. Vale ainda ressaltar que a empresa utilizará operações autônomas e automatizadas nas frentes de lavra.

No quadro a seguir apresentada a classificação das barragens do Bloco 8 obtida pelos estudos de ruptura hipotética anteriores e a classificação do DPA atualizada, considerando a proposição da Estrutura Ambiental de Contenção.

QUADRO 3.8- Classificação das Barragens do Complexo Minerário do Projeto Bloco 8 quanto ao Dano Potencial Associado

DANO POTENCIAL ASSOCIADO (DPA) - CLASSIFICAÇÃO REALIZADA EM 2018				
Item Avaliado (Tabela 9.1.3)	Barragem de Rejeitos 1	Barragem de Rejeitos 2	Barragem de Água Industrial	Barragem de Água do Córrego do Vale
Volume Total do Reservatório	5	5	3	2
Existência de População a Jusante	10	5	3	3
Impacto Ambiental	6	2	2	2
Impacto Socioeconômico	1	1	1	1
Pontuação Total (DPA)	22	13	9	8
Classificação (DPA)	ALTO	ALTO	MÉDIO	MÉDIO
DANO POTENCIAL ASSOCIADO (DPA) - CLASSIFICAÇÃO REALIZADA EM 2021 (ATUAÇÃO EAC)				
Item Avaliado (Tabela 9.1.3)	Barragem de Rejeitos 1	Barragem de Rejeitos 2	Barragem Industrial	Barragem de Água do Córrego do Vale
Volume Total do Reservatório	5	5	3	2
Existência de População a Jusante	5	5	3	3
Impacto Ambiental	6	6	2	2
Impacto Socioeconômico	0	0	0	0
Pontuação Total (DPA)	16	16	8	7
Classificação (DPA)	ALTO	ALTO	MÉDIO	BAIXO

Fonte: (WALM, 2021)

Como pode ser observado no quadro acima na atualização dos estudos de ruptura em 2021, a Barragem do Córrego do Vale teve a sua classificação alterada, passando de DPA Médio para DPA Baixo. As demais estruturas mantiveram a mesma classificação, apesar da redução do somatório dos pontos, em virtude da atuação da EAC e do uso de operações autônomas nas frentes de lavra.

Ressalta-se que a pontuação do DPA da Barragem de Rejeitos 2 teve um pequeno aumento quando da atualização da classificação considerando os estudos de Dam Break desenvolvidos em 2021, tendo em vista a existência de uma cavidade imediatamente a jusante do seu maciço, não observada quando da classificação inicial do DPA considerando os estudos de ruptura anteriores, elaborados em 2018.

Segundo a avaliação final da WALM (2021) o dano potencial associado (DPA) da Barragem 1 foi avaliado e classificado como **alto** (16 pontos totais) devido ao volume de reservação muito grande (5 pontos), em relação à população existente a jusante, a mancha de inundação atinge áreas do empreendimento com ocupação eventual (5 pontos); em relação ao impacto ambiental, são atingidas áreas de interesse espeleológico, localizadas dentro da área do empreendimento (6 pontos); e quanto ao impacto socioeconômico, para o cenário simulado, a mancha se restringe à ADA, não atingindo áreas residenciais ou agrícolas (0 pontos). Esta análise se baseou nos critérios previstos na Portaria ANM nº 70.389/2017. (WALM, 2021)

É importante mencionar que essa classificação foi realizada considerando o estudo de ruptura para o cenário identificado como o de maior dano, visando o atendimento da ANM nº32/2020. Todavia, em virtude da extensão do maciço da Barragem 1, recomenda-se nas fases futuras do projeto, quando do desenvolvimento da engenharia básica que os estudos sejam aprofundados considerando outros cenários com vistas sempre a minimizar riscos e impactos que poderão ser ocasionados, bem como reavaliar a pontuação, ora apresentada, para a classificação do dano potencial associado (DPA) da Barragem de Rejeitos 1. (WALM, 2021)

Por fim, é importante ressaltar que no Anexo 7 do presente documento está o Memorial de Caracterização Ambiental no qual apresenta a atualização completa do DPA realizada pela WALM (2021).

4 - DEFINIÇÃO DA ESTRUTURA AMBIENTAL DE CONTENÇÃO - EAC

4.1- Breve contextualização do histórico da EAC

Com base nos estudos realizados em 2018, devido à extensão da envoltória máxima de inundação da Barragem 1, para os cenários inicial e final, evidenciada pelo rompimento em cascata da Barragem de água do Rio Vacarias, a SAM solicitou a elaboração de um novo estudo, objetivando a redução dos impactos de um possível rompimento da Barragem 1.

Para tal, como a cava do Projeto Bloco 8 se encontra imediatamente a jusante das Barragens 1 e 2 de rejeito do empreendimento e apresenta capacidade de acumulação de material em um eventual rompimento, foi solicitada a maximização de retenção da onda de cheias geradas em possível rompimento da Barragem 1 (cenário mais crítico) de forma a evitar o rompimento em cascata da Barragem do Rio Vacaria e atingimento de comunidades.

A solução mais adequada para solucionar este problema foi a implantação de uma Estrutura Ambiental de CONTENÇÃO (EAC) no córrego Lamarão, à jusante da cava do Projeto Bloco 8 e na região à montante da Barragem do Rio Vacaria cujo projeto foi elaborado pela WALM em agosto de 2018.

Por se tratar de uma estrutura complementar ao empreendimento, a EAC foi concebida de maneira a apresentar um volume de espera para atender a possível ruptura da Barragem 1, com ausência de reservatório permanente. Por isso, fez-se necessária a implantação de dispositivos de drenagem para permitir a passagem do córrego Lamarão e também um sistema extravasor de emergência para atendimento ao cenário hipotético de colapso da Barragem 1 (cenário crítico em relação ao estudo de rompimento).

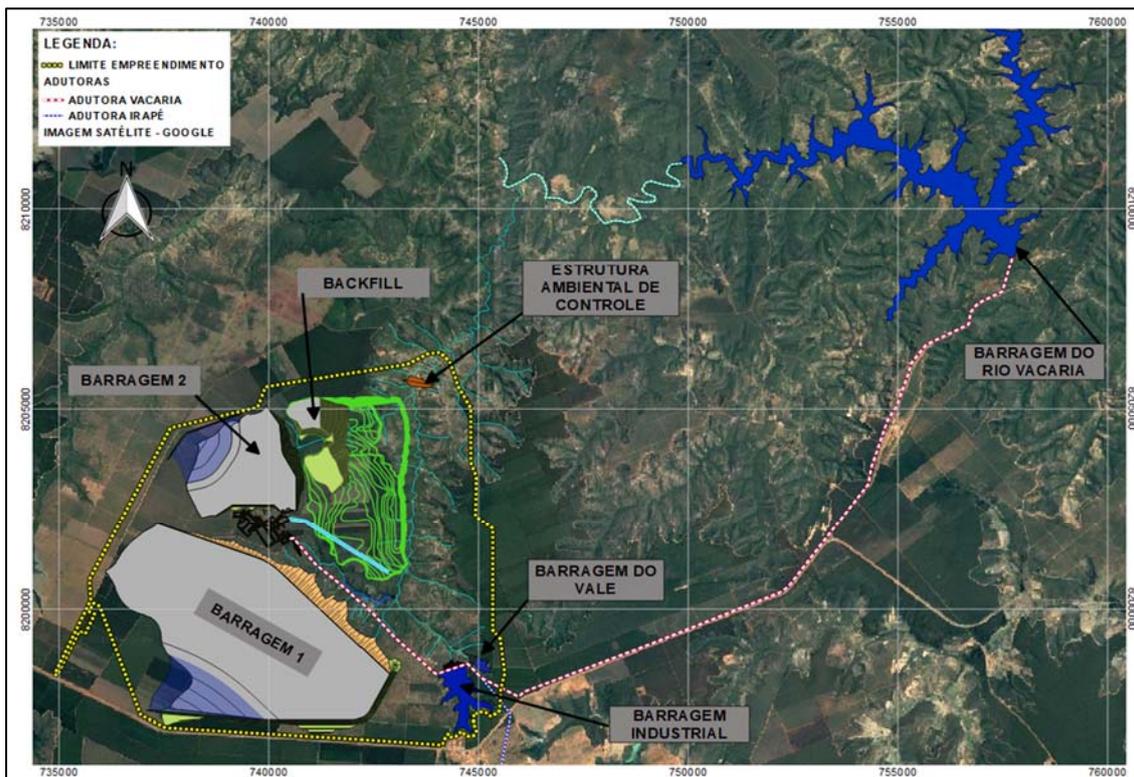
Por conseguinte, à estruturação do Projeto da EAC, um novo estudo de *dam break* foi realizado o qual indicou que com a estrutura ambiental de contenção, mesmo num caso de rompimento, todo material ficaria restrito aos limites do empreendimento sem atingir quaisquer comunidades.

Os estudos de ruptura hipotética das barragens de água e rejeitos do Projeto Bloco 8 elaborados pela WALM em 2018/2019 foram desenvolvidos considerando as diretrizes da Portaria DNPM nº 70.389/2017.

Entretanto, tendo em vista as novas diretrizes estabelecidas pela Resolução da Agência Nacional de Mineração (ANM) nº32/2020, fez-se necessária a revisão dos estudos de ruptura supracitados e, conseqüentemente, a revisão da Estrutura Ambiental de CONTENÇÃO.

Neste contexto, no presente documento o Adendo Técnico II apresentada a revisão geral dos estudos geotécnicos, hidrológicos e hidráulicos desenvolvidos para EAC e estruturas auxiliares, considerando os resultados obtidos na revisão dos estudos de ruptura hipotética da Barragem 1. Ressalta-se que, nesta atualização, foi preservado o eixo original da EAC projetada em 2019 (Eixo2), por esse ter sido selecionado como a melhor alternativa, levando-se em consideração os critérios ambientais e sociais. (WALM, 2021).

FIGURA 4.1 - Visão Geral do Projeto Bloco 8 (complexo minerário e barragem de água do Rio Vacaria)



Fonte: WALM, 2021

4.2- Breve descrição técnica da nova configuração da EAC

Construção da estrutura ambiental de contenção

Como já citado, a EAC foi concebida para atender ao possível rompimento da Barragem 1 do Projeto Bloco 8, evitando a propagação da onda de ruptura ao longo do córrego Lamarão, Barragem do Rio Vacaria e demais cursos d'água a jusante, tais como o Rio Jequitinhonha e comunidades.

Nos estudos realizados em 2018, considerando o Plano de Disposição dos Rejeitos nas Barragens 1 e 2 do Projeto Bloco 8, o rejeito será disposto entre os anos 1 e 2, somente na Barragem 2. A partir do Ano 3, a Barragem 1 entrará em operação, para auxiliar a disposição simultânea nas Barragens 1 e 2 do empreendimento, considerando as proporções apresentadas nos estudos da Barragem 1 (ver Anexo 3), onde o maciço inicial deverá atender o volume gerado no empreendimento até o final do Ano 7 de operação. (WALM, 2021).

Desta forma, segundo os estudos da WALM (2021), a EAC deve entrar em operação no início das atividades da Barragem 1 de modo a atender aos possíveis cenários de rompimento da estrutura. Como a Barragem 1 na configuração do seu maciço inicial será constituída por maciço em solo compactado (construído em etapa única), e deverá apresentar baixo volume de armazenamento no seu primeiro ano de atividade (18,95 Mm³ no final do Ano 3), a construção do maciço da EAC foi prevista até a EL. 725,00 m, executada entre os anos 2 e 3 de operação, sendo o seu alteamento realizado de forma progressiva, à medida da evolução da construção da Barragem 1. Recomenda-se, entretanto, que essa estrutura esteja executada até a El. 750,00 m no final do Ano 4 e concluída até o final do Ano 07 de operação, quando dará início ao alteamento da Barragem 1 considerando a utilização do rejeito grosso como material de construção (alteamentos sucessivos).

Com base nos estudos realizados (Anexo 3) verifica-se que para o Ano 2, ainda se encontram disponíveis 1,42 Mm³ de material, que poderão ser empregados para a EAC. Cabe destacar que o estéril do Projeto Bloco 8 é constituído preferencialmente por solos, onde segundo os estudos iniciais realizados, indicam que o material tem potencial para atendimento a construção de barramento, sendo inclusive, utilizados para a concepção dos maciços iniciais das Barragens 1 e 2. Deste modo, avaliando a demanda de fração solo para atendimento a construção da EAC, que segundo os estudos realizados necessita de volume de 3,65 Mm³, o volume disponível do Ano 2 poderia ser utilizado para a construção de parte da estrutura. Já no Ano 03, verifica-se que no balanço considerando a implantação das Barragens 1 e 2, estariam disponíveis 14,51Mm³ de estéril (solo), em que poderiam ser empregados para completar a construção da EAC até a sua configuração final na EL.779,00 m. (WALM, 2021)

Ainda de acordo com os estudos técnicos da WALM (2021) para a fração rochosa da EAC, o material poderá ser oriundo da fração rochosa da base das atividades da lavra, ou de outras áreas de empréstimo localizadas na área do empreendimento, jazidas de empréstimo na área da Barragem do Rio Vacaria ou das jazidas de agregados para concreto a ser utilizado no Projeto Bloco 8. Deste modo, os 4,41Mm³ de enrocamento para a EAC deverão ser produzidos pela SAM, para garantir a implantação da estrutura entre os Anos 2 e 7 de operação do empreendimento.

Tendo em vista a disponibilidade de material, a construção do maciço da EAC foi prevista até a EL. 725,00 m, executado entre os anos 2 e 3 de operação, sendo o seu alteamento realizado de forma progressiva, à medida da evolução da construção da Barragem 1, atingindo a sua disponibilidade total de volume de armazenamento, no final do Ano 07 de operação. (WALM, 2021)

Para a concepção da Estrutura Ambiental de Contenção - EAC, foi considerada pela WALM (2021) disponibilidade dos materiais na área do Projeto Bloco 8, constituído por solos de matriz argilosa, argilo-siltosa e/ou silto-argilosa oriunda de frentes de abertura de lavra e de material rochoso obtido da cava e/ou de áreas de empréstimo no entorno, tais como, Barragem Rio Vacaria e jazidas de empréstimo para agregados de concreto.

Com base nos materiais disponibilizadas, o maciço da EAC será constituído em seção mista, com taludes de montante e jusante em enrocamento e núcleo impermeável em solo compactado considerando material de matriz argilosa. Para a concepção desta estrutura, foi considerada a seguinte geometria:

- *Crista na EL. 779,00 m e largura de 10,00 m;*
- *Taludes em bloco de rocha de montante e jusante com inclinação de 2,00H : 1,00 V (26°);*
- *Largura mínima da crista em solo argiloso de 6,00 m (para propiciar a compactação em todas as camadas);*
- *Taludes em solo de matriz argiloso com inclinação e 1,00H : 1,00 V (45°);*

(WALM, 2021)

Para atendimento as condições de compatibilização entre os materiais do núcleo e da face externa, foi pela proposto pela WALM a utilização de transição geotécnica formada por areia, brita 0, brita 3 e pedra de mão. (WALM, 2021)

Segundo a consultoria WALM (2021), por se tratar de uma estrutura concebida com o intuito de conter a ruptura hipotética da Barragem 1, a mesma não deverá apresentar formação de reservatório permanente a montante do maciço. Como a EAC irá propiciar o barramento do curso d'água do córrego Lamarão, a estrutura deverá apresentar dispositivo de drenagem para a transposição do fluxo natural. Além disto, para atendimento ao cenário de um eventual rompimento, onde a mesma torna-se uma estrutura operacional do empreendimento, a EAC deve apresentar sistema extravasor para evitar o possível rompimento da mesma. (WALM, 2021)

Com base na definição do eixo e das geometrias propostas, da base topográfica disponibilizada e em especial do novo estudo de ruptura da Barragem 1 foi elaborado nova geometria da EAC. O novo arranjo geral das estruturas constituintes desta atualização da EAC e os detalhes de engenharia constam no Anexo 3 do presente documento.

Maciço

Segundo os estudos técnicos elaborados pela WALM (2021) a atual Estrutura Ambiental de Contenção- EAC (ver Anexo 3) abrange uma área de 308.761,21 m² e se localiza dentro da ADA do Projeto. O Quadro a seguir apresenta as características desta estrutura, assim como o arranjo geral e a seção típica.

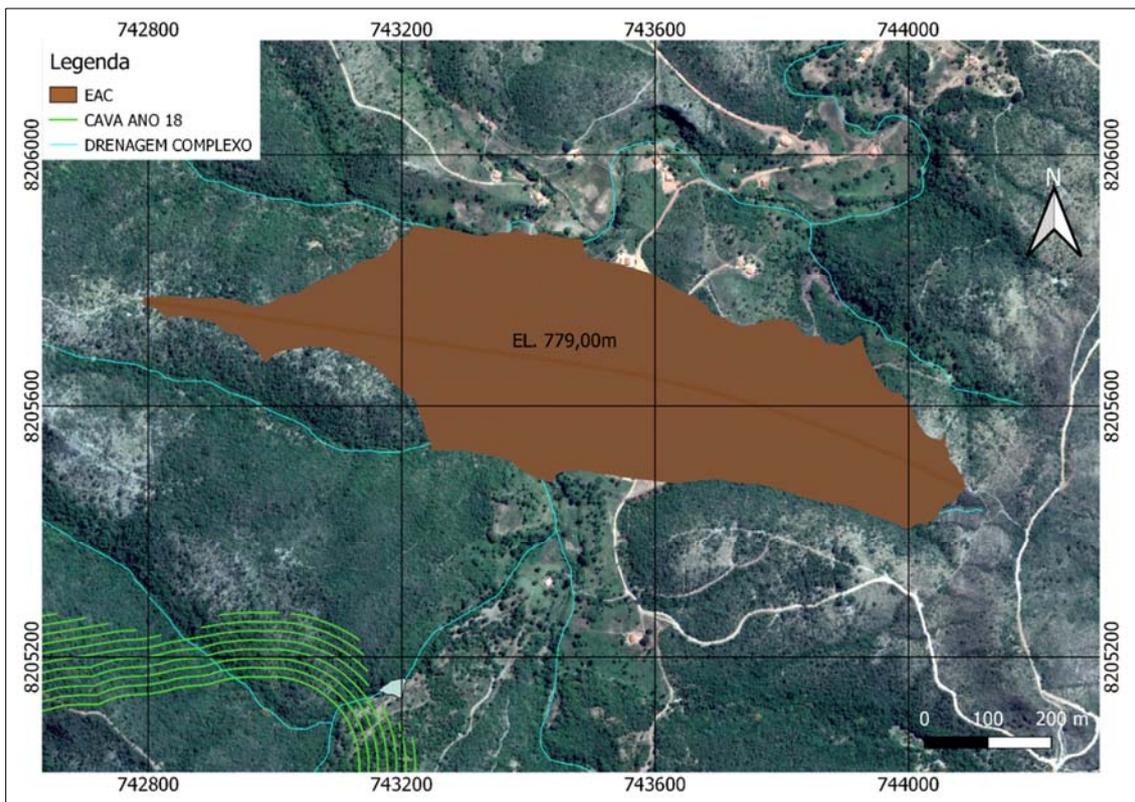
QUADRO 4.1 - Ficha técnica da Estrutura de Contenção

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
PARÂMETROS GEOMÉTRICOS	DADOS
Elevação Crista (m)	779,00
Altura Máxima (m)	94,00
Largura de Crista (m)	10,00
Comprimento de Crista (m)	1.336,70
Taludes de Jusante e de Montante (H:V)	2,000:1,00

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
PARÂMETROS GEOMÉTRICOS	DADOS
Área de Maciço (m ²)	308.761,21
Volume total Maciço (m ³)	8.425.320,84
Volume de enrocamento (m ³)	4.401.006,68
Volume de solo argiloso (m ³)	3.649.029,94
Volume da transição (m ³) - Areia, brita 0, brita 3 e pedra-de-mão	237.247,25
Volume de areia (m ³)	49.702,01
Volume de brita 0 (m ³)	47.780,66
Volume de brita 3 (m ³)	51.870,84
Volume de pedra-de-mão (m ³)	87.893,74
Cota do nível d'água operacional (m) - Soleira do Extravasor	776,00
Capacidade do Reservatório (m ³) - Até a Soleira EL. 776,00 m	172.811.376,86
Volume Total do Reservatório (m ³) - Até a Crista EL. 779,00 m	190.398.965,44

Fonte: WALM, 2021

FIGURA 4.2 - Arranjo da Estrutura de Contenção do Projeto Bloco 8



Fonte: WALM, 2021

A ECA será construída de modo contínuo ao longo dos anos de operação da mina, com materiais oriundos das frentes de lavra da cava e/ou de jazidas de empréstimo da região. Como a Barragem 1 na configuração do seu maciço inicial será constituída por maciço em solo compactado (construído em etapa única), e deverá apresentar baixo volume de armazenamento no primeiro ano de atividade (18,95 Mm³ no final do Ano 3), a execução do maciço da EAC foi prevista pela WALM (2021) até a EL.725,00m, executado entre os anos 2 e 3 de operação, sendo o seu alteamento de forma progressiva, à medida da evolução da construção da Barragem 1 for acontecendo. Recomenda-se, entretanto, que essa estrutura esteja concluída até o final do Ano 07 de operação, quando dará início ao alteamento da Barragem 1 considerando a utilização do rejeito grosso como material de construção (alteamentos sucessivos). (WALM, 2021)

De acordo com o estudo elaborado pela WALM (2021) as principais características geométricas do maciço em sua configuração final são: crista na El. 779,00 m, com 10,00 m de largura e 1.336,70 m de comprimento; altura máxima de 94,00 m; inclinação do talude de jusante e montante de 1V:2H sem bermas. Para o material em matriz argilosa, foi considerado crista na EL. 778,00 m com largura de 4,00 m e taludes com inclinação de 1V:1H, de modo a receber as transições entre a matriz solo/enrocamento. Para mais detalhes em relação a EAC (ver Anexo 3).

Sistema de desvio do córrego lamarão - túnel de restituição

Como a EAC tem o caráter de impedir um possível impacto gerado pela cheia advinda de uma ruptura hipotética da Barragem 1, seu reservatório deve oferecer volume disponível para amortecimento, permitindo a passagem contínua do fluxo do córrego Lamarão, com a inexistência de um reservatório a montante. Para tanto, foi prevista a implantação de um sistema de desvio na região, com o objetivo de garantir a permanência da vazão do curso do Lamarão (WALM, 2021)

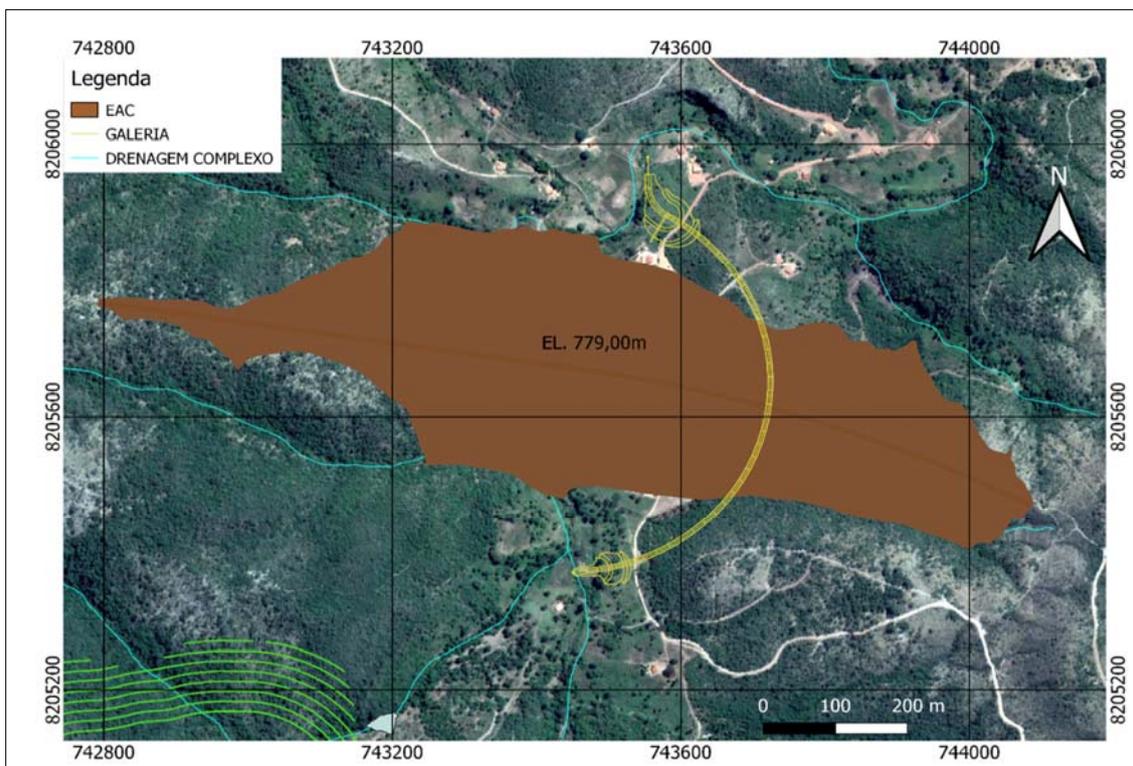
O sistema de desvio foi concebido considerando a utilização de um túnel sob o maciço da EAC, constituído com seção composta por uma parte retangular (inferior) e outra semicircular (superior), cujas dimensões são de 6,00 m (largura) x 3,00 m (altura) e raio do semicírculo de 3,00 m, respectivamente (WALM, 2021)

O túnel foi dimensionado seguindo o conceito utilizado em barragens para controle de cheias, ou seja, elas devem manter o reservatório vazio, em estado de espera, para cheias recorrentes e amortecer eventos pluviométricos extremos (períodos de retorno de 100, 1.000 e 10.000 anos), com tempo de esvaziamento do reservatório menor que um dia, atendendo os critérios do DNOS usualmente adotados em barragens de contenção de cheias no Brasil.(WALM, 2021)

Por se tratar de um estudo em nível conceitual, onde não foram desenvolvidos os modelos geomecânicos e geológicos-geotécnico para a região, optou-se pela utilização de túnel com revestimento em concreto, sendo adotado uma espessura preliminar de 0,50 m para as paredes. A seção de emboque foi concebida com a soleira situada na EL. 686,00m e desemboque na El. 680,00m, perfazendo uma extensão total de 699,00 m e declividade longitudinal de 0,85%. A jusante desta estrutura foi prevista uma comporta que deverá ser programada para fechar automaticamente em caso de uma eventual ruptura da Barragem 1, impedindo o fluxo de rejeito. (WALM, 2021)

A FIGURA 3.2 apresenta o estudo realizado pela WALM (2021) para o túnel a ser implantado na ombreira direita da Estrutura Ambiental de Contenção.

FIGURA 4.3 - Arranjo Geral da EAC e a posição do túnel



Fonte: WALM, 2021

Sistema extravasor

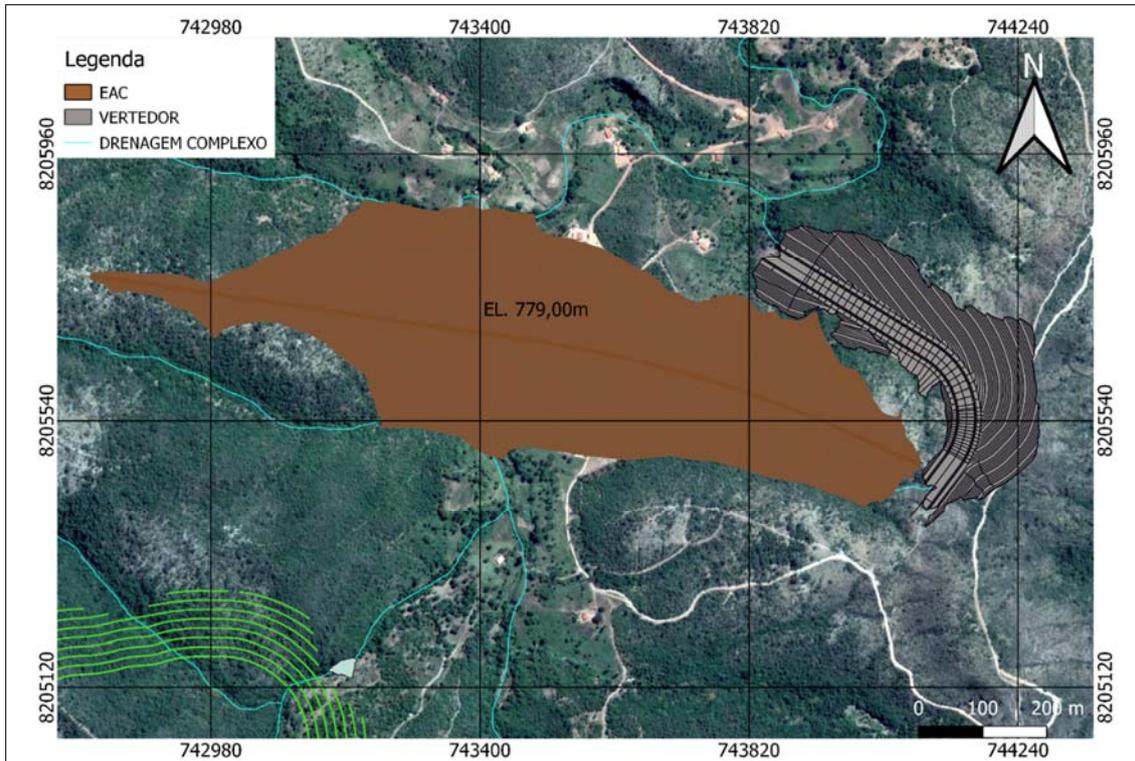
No cenário de rompimento da Barragem 1, as comportas do túnel de desvio deverão ser fechadas para não permitir a passagem do rejeito para jusante da estrutura. Este cenário se caracteriza pela formação de um novo reservatório e, conseqüentemente, necessita de um sistema extravasor de forma a conduzir ordenadamente as vazões defluentes do reservatório até o talvegue natural, garantindo a segurança hidráulica do maciço. Para atendimento ao cenário de trânsito de cheias, foi considerado as diretrizes da NBR 13.028 (ABNT, 2017), que definem um período de retorno para a definição da passagem de cheias na estrutura. (WALM, 2021)

Baseado nos estudos de ruptura hipotética e nos critérios da NBR 13.028 (ABNT, 2017), foi considerado a adoção de período de retorno de 10.000 anos para o extravasor da EAC. Os estudos hidráulicos demonstraram que para atendimento a este cenário o mesmo deve apresentar a seguinte dimensão:

Esse sistema foi concebido na ombreira direita do maciço e é composto por vertedor em concreto armado de seção trapezoidal com as seguintes características:

- Taludes Laterais: 1V:1H
- Dimensões: 25,00 m de largura (base menor) x 3,00 m de altura;
- Cota da soleira: 776,00 m.

(WALM, 2021)

FIGURA 4.4 - Vertedor da Estrutura Ambiental de Contenção

Fonte: WALM, 2021

Dique auxiliar de proteção da cava

Com base nos estudos elaborados o trânsito de cheias com período de retorno de 10.000 anos, constatou-se que a sobrelevação máxima do túnel é de 9,64 m, alcançando a cota 695,64 m do córrego Lamarão à montante da EAC. Isso implicaria no surgimento de remanso no córrego que, por consequência, elevaria o nível d'água do córrego Mundo Novo (afluente do Lamarão), podendo implicar em retorno de água para o interior da cava. Este retorno pode ocasionar problemas em relação a drenagem a ser prevista para a cava. (WALM, 2021)

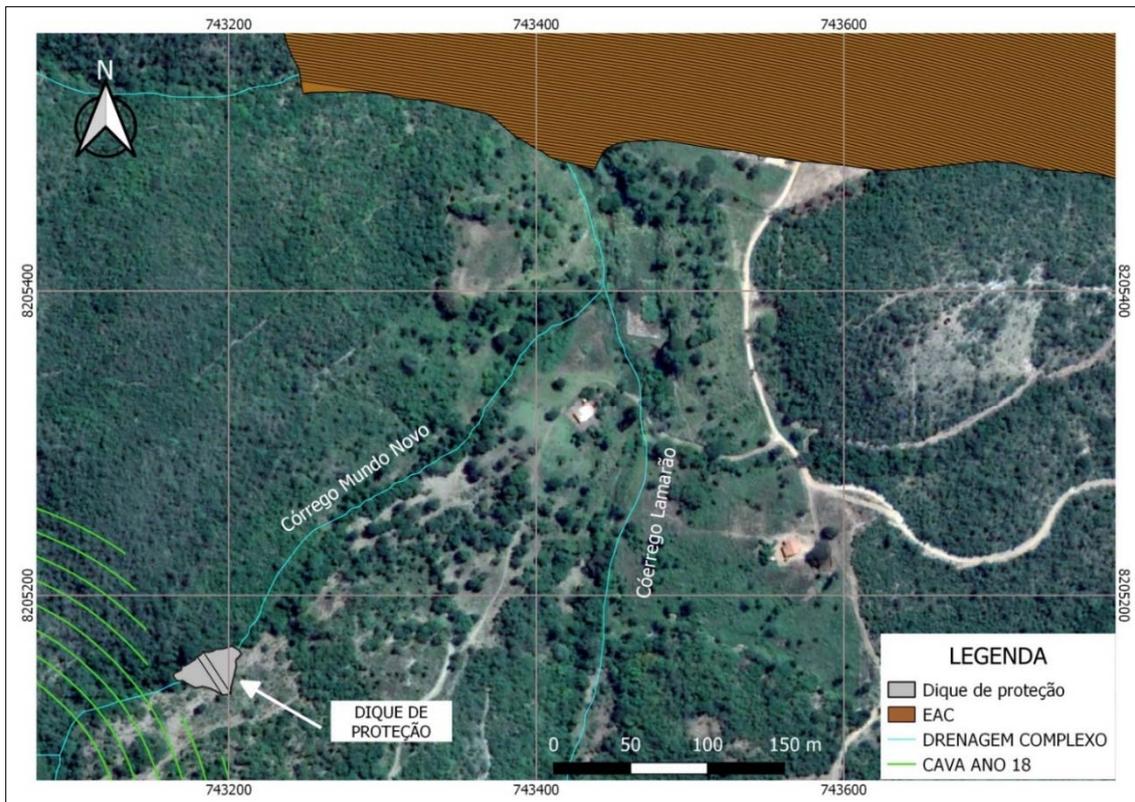
Desse modo, no intuito de evitar este problema, será necessária a construção de um dique de proteção próximo ao limite da cava do Projeto Bloco 8 no córrego Mundo Novo.

Para esta estrutura, foi considerado a utilização de solo compactado para a sua concepção, baseada na geometria apresentada a seguir:

- Crista na EL. 700,00 m e largura de 5,00 m;
- Talude de montante e jusante com inclinação de 2,00 H : 1,00V; e
- Maciço em solo compactado.

Este dique servirá exclusivamente para impedir o remanso para a condição referente a chuvas com período de retorno de 10.000 anos, considerando os critérios do DNOS. As principais características do Dique de Proteção da Cava são apresentadas no Quadro abaixo.

FIGURA 4.5 - Dique de proteção da Cava - Cenário do Ano 18



Fonte: WALM, 2021

QUADRO 4.2 - Ficha técnica do dique de proteção da cava

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS	DADOS
Elevação Crista (m)	700,00
Altura Máxima (m)	10,00
Largura de Crista (m)	5,00
Comprimento de Crista (m)	32,83
Taludes de Jusante e Montante (H:V)	2,00:1,00
Área de Maciço (m ²)	911,04
Volume total Maciço em solo compactado (m ³)	3103,06
Volume Escavação Fundação (m ³)	415,69

Fonte: WALM, 2021

5 - REVISÃO DA INTERVENÇÃO NO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E EM APPs

Uma vez que foi necessária a atualização da Estrutura de Contenção Ambiental- EAC em função dos novos estudos de ruptura, houve também a necessidade também atualizar a intervenção no uso e ocupação do solo e nas APPs apresentada no Atendo Técnico I (2019).

Desta forma, o presente capítulo é referente a atualização das áreas de intervenção do uso e ocupação do solo e das APPs para o cenário de EAC projetado.

5.1 - Áreas de intervenção e supressão de vegetação

De acordo com os estudos apresentados (WALM, 2021), a partir da revisão da EAC e suas estruturas (dique de proteção da cava, dique extravasador e túnel) será demandada uma área total de 38,29 ha, dentro da Área Diretamente Afetada (ADA) prevista para o Projeto Bloco 8 que indica um aumento de 24,84 ha na área prevista para essas estruturas em 2019 e apresentadas no Adendo Tecnico1 que era de 13,45 ha. Dessa forma, a construção da EAC e as demais estruturas correlatas implica na avaliação da nova área afetada para verificação das classes de uso do solo que sofrerão intervenções, bem como dos quantitativos de ocupação previstos de acordo com essa nova estrutura, comparando-se quais classes de uso sofreram alterações.

Dos 38,29 ha previstos atualmente para a construção da EAC e estruturas correlatas, o uso do solo na área prevista refere-se predominantemente à Savana Arborizada, mesma situação apresentada em 2019. Outras categorias também se apresentam na referida localização, a saber: pastagem, instalações rurais, fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração e, por fim, uma parcela da área apresenta solo exposto. Os descritivos são apresentados a seguir:

QUADRO 5.1 - Área prevista de intervenção para a construção da EAC e dique por classes de uso do solo

CLASSE	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Área Degradada/ Solo Exposto	1,78	4,66%
Estradas e vias vicinais	0,13	0,35%
Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração	4,73	12,34%
Instalações rurais	1,78	4,66%
Pastagem	7,28	19,00%
Savana Arborizada	22,58	58,99%
TOTAL	38,29	100%

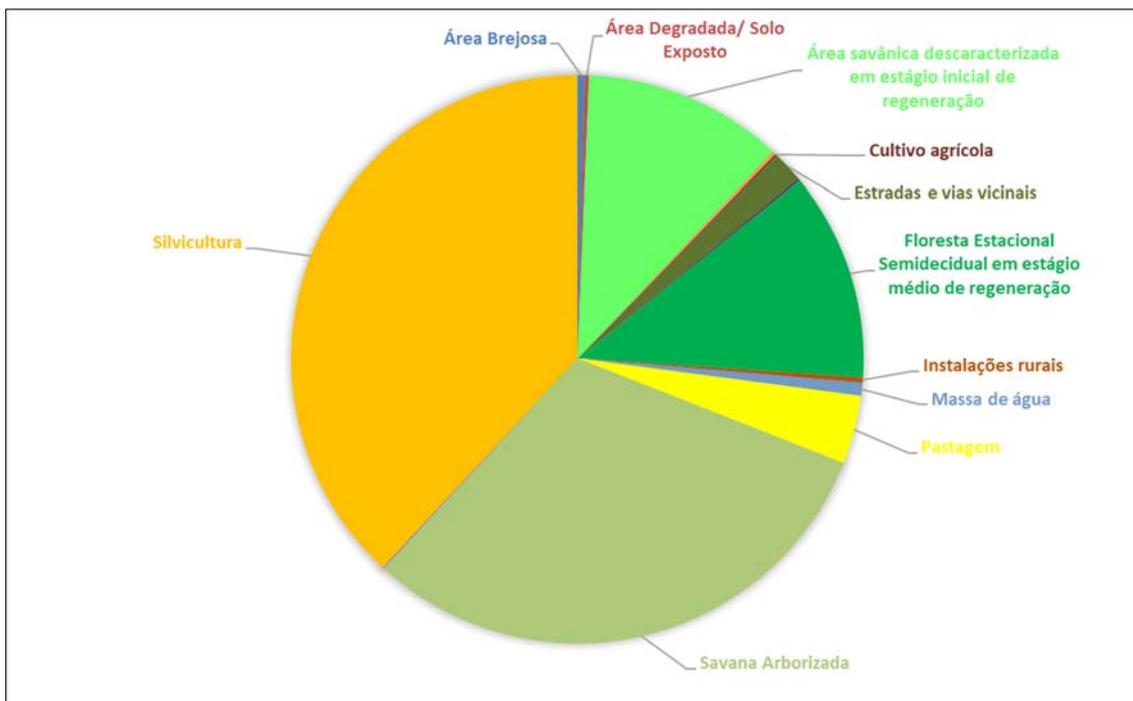
O quantitativo da área e porcentagem das classes de uso na ADA apresentados anteriormente no EIA, no Adendo I e após a revisão da EAC e de seu dique de proteção da cava foi levantado para fins de comparação. Verifica-se que houve alterações em seis classes de uso, dentre as quais quadro classes referem-se a coberturas antropogênicas e duas a coberturas naturais.

QUADRO 5.2 - Comparativo da área de intervenção prevista anterior à definição da EAC e dique e área total atualizada por classes de uso do solo

CLASSE	ÁREA APRESENTADA EM EIA ANTERIOR (2018)		ÁREA TOTAL COM EAC APRESENTADA NO ADENDO TECNICO I (2019)		ÁREA ATUALIZADA (2021)	
	ha	%	ha	%	ha	%
Área Brejosa	21,82	0,41%	Não houve alteração		Não houve alteração	
Área Degradada/ Solo Exposto	11,48	0,21%	12,69	0,24%	13,26	0,24%
Área savânica descaracterizada em estágio inicial de regeneração	609,5	11,40%	Não houve alteração		Não houve alteração	
Área urbanizada	0,00*	0,00%	Não houve alteração		Não houve alteração	
Barragem e estruturas/ Irapé	0,3	0,01%	Não houve alteração		Não houve alteração	
Campo Cerrado	10,09	0,19%	Não houve alteração		Não houve alteração	
Cerrado Rupestre	0,26	0,00%	Não houve alteração		Não houve alteração	
Cultivo agrícola	5,75	0,11%	Não houve alteração		Não houve alteração	
Estradas e vias vicinais	94,35	1,77%	Não houve alteração		94,48	1,75%
Floresta Estacional Decidual em estágio médio de regeneração	2,1	0,04%	3,58	0,07%	6,83	0,12%
Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração	641,54	12,00%	Não houve alteração		Não houve alteração	
Instalações rurais	14,09	0,26%	14,86	0,28%	15,87	0,29%
Massa de água	39,36	0,74%	Não houve alteração		Não houve alteração	
Pastagem	201,82	3,78%	205,49	3,84%	209,1	3,88%
Savana Arborizada	1.637,19	30,63%	1.643,51	30,67%	1.659,77	30,83%
Savana Florestada	4,26	0,08%	Não houve alteração		Não houve alteração	
Silvicultura	2.050,74	38,37%	Não houve alteração		Não houve alteração	
TOTAL	5.344,63	100,00%	5.358,08	100,00%	5.382,80	100,00%

* valor igual a 0,003265 ha ou 32,66 m²

FIGURA 5.1 - Porcentagem de área prevista de intervenção (ADA total) por classes de uso do solo (área atualizada)



* As classes que apresentaram <1% de área foram suprimidas do gráfico para facilitar a visualização no gráfico. Os valores completos podem ser visualizados na tabela abaixo.

Em termos gerais, a área diretamente afetada passou de 5.344,63 hectares (2018) para 5.382,80 (2021) um incremento de apenas 0,71% para uma estrutura de tamanha importância no que se refere à segurança das operações, das comunidades e dos recursos hídricos regionais. Conforme apresentado, em termos de porcentagem as alterações maiores foram em relação à área Floresta Estacional Decidual em estágio médio de regeneração, que passa de 0,04% (2,1 ha) da ADA para 0,12% (6,83 ha).

O mapa que apresenta o uso e ocupação do solo e cobertura vegetal da área de estudo do meio biótico consta no Anexo 04 de maneira a substituir o mapa anteriormente apresentado no Estudo de Impacto Ambiental - EIA diagnóstico do Meio Biótico, item Flora, subitem Aspectos fitofisionômicos (2.3.2), bem como do Adendo Técnico I.

5.2 - Intervenção em Áreas de Preservação Permanente (APP)

As Áreas de Preservação Permanente, juntamente com as Reservas Legais e Unidades de Conservação são áreas protegidas por leis e decretos sendo obrigatória a conservação de seus recursos naturais com diferentes propósitos, com a ressalva de que no caso das APPs e reservas legais podem ser intervindas por meio de estudos técnicos de realocação e compensação ambiental.

De acordo com o atual Código Florestal (Lei Federal nº 12.651/2012), as Áreas de Preservação Permanente (APPs) são áreas protegidas, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

O Código Florestal (Lei Federal nº 12.651/2012) atual, no seu art. 4º, estabelece como áreas de preservação permanente:

I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;

b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;

c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;

d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;

e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:

a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;

b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;

III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;

IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;

V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;

VI - as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

VII - os manguezais, em toda a sua extensão;

VIII - as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;

IX - no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação;

X - as áreas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação;

XI - em veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 (cinquenta) metros, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado.

O Quadro a seguir apresenta o quantitativo de APP a ser intervindo mediante a atualização da EAC e suas estruturas vinculadas.

QUADRO 5.3 - Áreas identificadas como APP na área intervinda pela EAC

Uso do solo atualmente na APP	(ha)	%
Área Degradada/ Solo Exposto	0,71	6,63%
Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração	4,24	39,36%
Instalações rurais	0,05	0,45%
Pastagem	3,67	34,04%
Savana Arborizada	2,10	19,53%
Total	10,77	100%

Em toda área de estudo foram identificadas apenas APPs de cursos d'água e nascentes. A quantidade de APPs intervindas pela ADA do empreendimento, considerando todas as suas estruturas, totalizam 708,29 hectares, que corresponde a cerca de 13,15% da área total da ADA, que é de 5.382,80 ha (Quadro 3.2).

QUADRO 5.4 - Áreas identificadas como APP na área intervinda pela ADA

Uso Físico de Solo da Área Diretamente Afetada em APP	Tamanho total em APP	
	(ha)	%
Classes	708,29	100,00%
Área Brejosa	14,57	2,06
Área Degradada/ Solo Exposto	3,4075	0,48
Área savânica descaracterizada em estágio inicial de regeneração	7,1407	1,01
Área urbanizada	-	-
Barragem e estruturas/ Irapé	-	-
Campo Cerrado	1,5524	0,22
Cerrado Rupestre	0,0171	0,00
Cultivo agrícola		
Estradas e vias vicinais	2,4224	0,34
Floresta Estacional Decidual em estágio médio de regeneração	1,9231	0,27
Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio de regeneração	406,01	57,32
Instalações rurais	0,64	0,09
Massa de água	38,4463	5,43
Pastagem	43,36	6,12
Savana Arborizada	186,20	26,29
Savana Florestada	1,6706	0,24
Silvicultura	0,9249	0,13

O mapa de áreas de APPs e respectivas intervenções encontra-se no Anexo 04 do presente documento.

6 - REVISÃO DA AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL

Os avanços apresentados para o Projeto Bloco 8 em 2019 relacionados à inserção da Estrutura de Contenção Ambiental - EAC implicaram inserções na área prevista para o empreendimento o que, por conseguinte, trouxeram também alterações em sua avaliação de impacto ambiental. Essas atualizações foram feitas e apresentadas no Adendo Técnico I protocolado na secretaria estadual de Meio Ambiente e desenvolvimento sustentável - SEMAD em 2019.

Dada a revisão realizada na citada EAC a presente revisão vem atualizar aquela apresentada em 2019, evidenciando os aspectos e impactos que poderão ser advindos da inserção de cada estrutura.

Este item não visa reavaliar os impactos anteriormente apresentados no EIA, mas tão somente apresentar a avaliação de impactos complementar relacionados as estruturas da EAC em sua configuração atual (2021). Cabe pontuar que as medidas de controle, ações e programas propostos no documento do EIA aplicam-se também para as estruturas descritas neste documento, seguindo a linha de melhores práticas na redução, mitigação e compensação dos impactos ambientais previstos.

6.1 - Estrutura Ambiental de Contenção

A presença de uma Estrutura Ambiental de Contenção, na forma de um barramento para contenção dos rejeitos na hipótese de ruptura de alguma barragem no complexo minerário e demais estruturas correlatas, apresenta aspectos geradores de impactos ambientais principalmente na sua fase de implantação e operação. Cabe destacar que a implantação da estrutura EAC será realizada nos primeiros anos de operação do empreendimento (nos anos 2 e 3 de operação) portanto os impactos desta implantação possuem a previsão de ocorrer durante a operação e não na implantação do empreendimento.

Em termos gerais a área diretamente afetada do Projeto Bloco 8, em função da nova configuração da EAC, passou de 5.344,63 hectares (apresentados no EIA/2018) para 5.382,80 hectares. Houve, então, um incremento de 0,71% para uma estrutura de tamanha importância no que se refere à segurança das operações, das comunidades e dos recursos hídricos da região. Conforme apresentado, em termos de porcentagem as alterações maiores foram em relação à área Floresta Estacional Decidual em estágio médio de regeneração, que passa de 2,1 ha da ADA para 6,83 ha. A quantidade de APPs intervindas pela nova ADA do empreendimento, considerando todas as suas estruturas, totalizam 708,29 hectares, que corresponde a cerca de 13,15% da área total da ADA, que é de 5.382,80 ha. Sobre as APP's projetadas em relação à ADA do Adendo Técnico (2019) o aumento foi insignificante (0,05%).

Mantem-se, então, a previsão dos impactos anteriormente apresentados no EIA/RIMA (2018) de redução da cobertura vegetal nativa e perda de indivíduos da flora, os quais acarretaram nos impactos secundários de fragmentação da vegetação nativa, perda e/ou alteração de habitat e dispersão forçada de indivíduos da fauna e de intervenção sobre APP.

Além dos impactos associados ao meio biótico, mantém-se também, para a fase de operação do Projeto Bloco 8, a previsão de impactos de alteração das propriedades físicas do solo, mediante as atividades de reconformação do terreno e construção das diversas estruturas minerárias, tendo agora a inclusão de mais uma (EAC) com os mesmos aspectos ambientais das demais. Esse impacto tem o potencial de alterar a qualidade do ar mediante a geração de material particulado, já que o solo estará exposto e sujeito a ação eólica, bem como a alteração da qualidade da água e da dinâmica hídrica superficial, impactos secundários já devidamente abordados no âmbito da AIA.

Em termos socioeconômicos, já havia a previsão de relocação involuntária para habitações situadas na ADA e nas áreas de limite previstas para o empreendimento e, portanto, também na área da estrutura ambiental de contenção, não havendo alteração em relação a este quadro. Por outro lado, para a implantação da EAC é prevista também a relocação de despojos humanos de um cemitério irregular disposto na área de implantação de tal estrutura. Este impacto tem um viés negativo em termos sociais devido aos laços simbólicos com o local e ruptura de tradições, contudo, apresenta também um viés positivo em termos ambientais devido a relocação para áreas devidamente estruturadas segundo os padrões legais de cemitérios, evitando a geração de impactos no solo e águas subterrâneas. Este impacto não estava previsto, quando da entrega do EIA/RIMA, para as demais estruturas do empreendimento, portanto trata-se de um novo impacto gerado através da implantação da EAC, dessa maneira, no Anexo 05, apresenta-se o Programa de Remoção de Despojos Humanos para esta área, o mesmo já apresentado no Adendo Técnico I (2019) sem alterações. Além deste, é importante que o impacto de relocação de despojos humanos do cemitério irregular também seja tratado no programa de comunicação social e relacionamento comunitário já apresentado no EIA.

Em relação à fase de operação da EAC e do dique de segurança verificam-se aspectos relacionados principalmente a dois aspectos: o maciço e o túnel de desvio do córrego do Lamarão.

Em relação ao meio físico, a presença da Estrutura de Contenção Ambiental e o desvio do córrego Lamarão podem acarretar nos impactos de indução e intensificação de processos erosivos, assoreamento de cursos d'água, alteração da dinâmica hídrica superficial, alteração na qualidade da água superficial. Esses impactos são relacionados à presença de um maciço formado por argila, areia e rochas, portanto sujeito a processos erosivos e carreamento de matéria suspenso para o curso do córrego Lamarão.

Em termos bióticos a operação da EAC e do dique de segurança da cava também acarreta em impactos associados a presença do maciço e ao desvio do córrego Lamarão, como a perda e/ou alteração de habitat terrestre e aquático e alteração na composição das comunidades terrestres e aquáticas. Em relação ao habitat terrestre e fauna terrestre, a presença do maciço torna-se uma barreira física para a movimentação da fauna de pequeno porte, já que o ambiente apresentará uma fragmentação da paisagem e formação de uma área sem vegetação, pouco permeável para a fauna terrestre. Em relação à fauna aquática e semiaquática haverá uma alteração associada ao túnel de desvio do córrego Lamarão, sendo um ambiente pouco amigável para a passagem desses organismos. A formação de um ambiente homogêneo pode acarretar na seleção de espécies menos seletivas e a redução da passagem de espécies mais sensíveis, como os ictiofauna reofílica. Para a comunidade de peixes, anfíbios e microbiota aquática também são esperadas alterações mediante a retirada do substrato natural e perda de habitat, uma vez que a fauna, em geral, não costuma transitar em túneis artificiais e escuros. Cabe observar que tais impactos serão de menor significância nesta etapa de operação, já que o ambiente a montante da EAC estará substancialmente alterado com a implantação das estruturas do empreendimento.

7 - REVISÃO DA AVALIAÇÃO DE RISCO AMBIENTAL

O Estudo de Análise de Risco Ambiental (EARA) foi apresentado no EIA levando-se em consideração os itens da caracterização do empreendimento e os diagnósticos a ele relacionados. Mediante aos avanços do projeto e a inserção da Estrutura Ambiental de Contenção (EAC) e a utilização de equipamentos autônomos na frente de lavra, houve uma grande redução nos riscos avaliados. Conseqüentemente, verificou-se a necessidade de atualização da avaliação de risco ambiental no tange àqueles associados aos eventos hipotéticos de ruptura das barragens tanto aquelas de água quanto as de rejeito, uma vez que a EAC tem capacidade para reter todos os materiais mobilizados de tais barragens em caso de ruptura.

O Adendo Técnico I, apresentado em 2019, trouxe os riscos que apresentaram reclassificação mediante a nova estrutura (EAC), visando a adequação da avaliação para o novo cenário apresentado. A metodologia de avaliação e classificação dos riscos permaneceu inalterada, conforme apresentado no documento completo, item 8.5 do EIA do Projeto Bloco 8.

Inicialmente os riscos associados ao rompimento de barragem foram apresentados como uma linha única na matriz, segundo os critérios usualmente utilizados para estas análises, onde foi considerado o pior cenário, que seria a hipótese de rompimento da barragem de rejeitos 1 com o rompimento em cascata da barragem do rio Vacaria. Após as melhorias de projeto, com a introdução da nova EAC, este cenário não mais existe, uma vez que no caso hipotético de rompimento de barragem de rejeitos no empreendimento, o rejeito ficaria totalmente confinado na área da empresa, não levando ao rompimento da barragem de água do rio Vacaria e tampouco atingindo quaisquer comunidades.

No Adendo Técnico I (2019), então, os riscos foram avaliados de forma independente para as barragens de rejeito, para as barragens de água dentro da área industrial, e para a barragem do rio Vacaria.

Nota Importante: É importante ressaltar que o pressuposto tecnológico para esta análise de risco levou em consideração que os cálculos de engenharia para a construção da EAC, bem como sua efetiva implantação quando das obras obedeceram a todos os critérios e premissas de engenharia da WALM (2021) e demais projetos futuros de detalhamento da obra, capaz de garantir que a massa do rejeito, uma vez colapsada a montante da barragem 1 terá a efetividade de retenção sobre o maciço projetado.

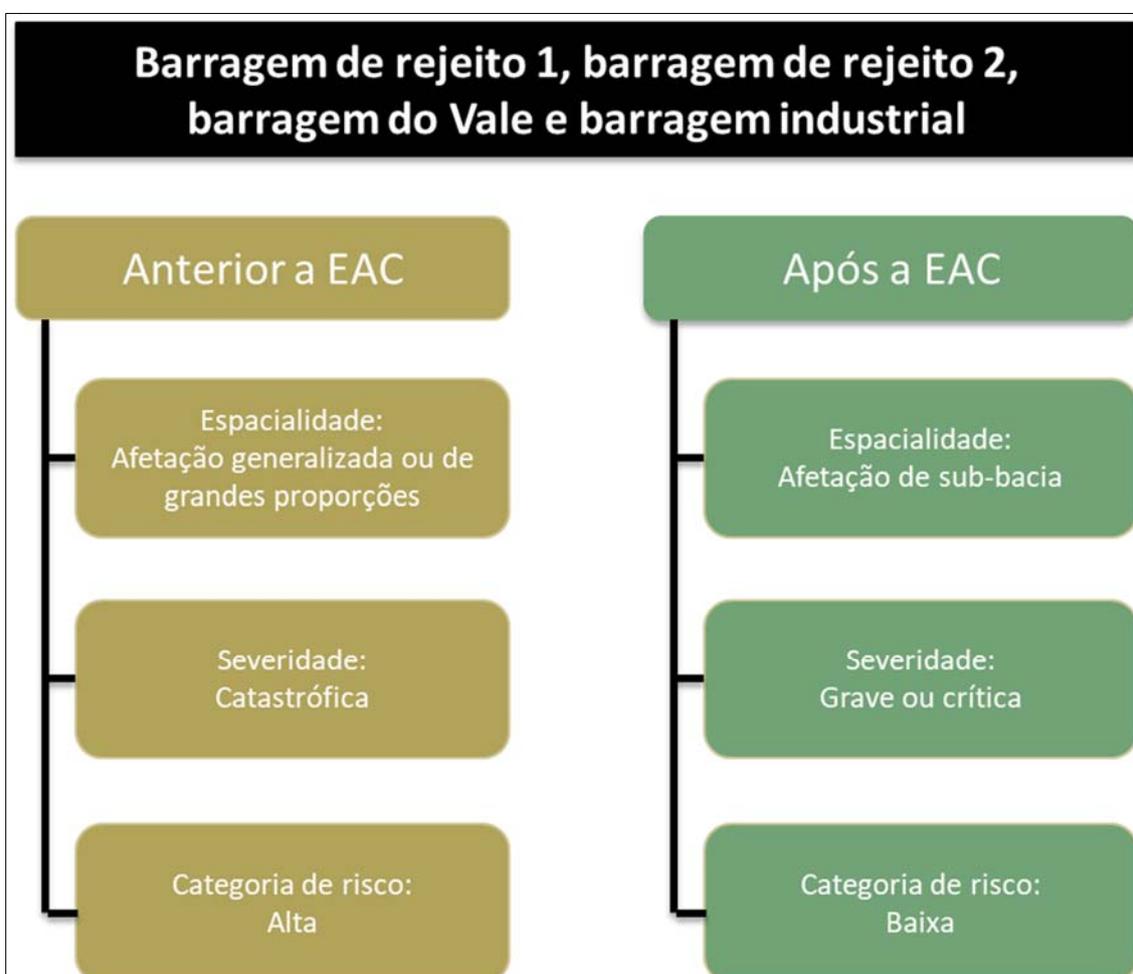
QUADRO 7-1 - Matriz complementar de risco dos eventos perigosos identificados para o Projeto Bloco 8

Perigo	Causas	Efeitos	Frequência	Espacialidade	Vulnerabilidade	Severidade	Categoria de risco	Medidas preventivas / mitigadoras ou modos de detecção
Rompimento de barragem de rejeito (Barragem 1 ou barragem 2)	<ul style="list-style-type: none"> - Sismos naturais ou desencadeados - Eventos climáticos excepcionais - Falhas de cálculos de engenharia - Falhas de construção - Falhas operacionais - Falta de manutenção ou monitoramento 	<ul style="list-style-type: none"> - Alagamento a jusante da barragem até a estrutura ambiental de controle (EAC), onde não haverá habitações, estruturas de apoio operacional ou ocupação permanente de funcionários. - Preenchimento da cava com rejeitos, prejudicando ou inviabilizando a retomada de lavra; - Paralisação de atividades econômicas do empreendimento. - Possibilidade remota de perda de vidas humanas e animais a jusante da barragem 1 até a estrutura ambiental de controle (EAC). - Impacto sobre cavidades de máxima relevância. 	- Remota (2)	- Afetação restrita a sub-bacia (3)	- Não há vulnerabilidades (1)	- Grave ou crítica (5)	- Baixo (11)	<ul style="list-style-type: none"> - Estrutura Ambiental de Contenção (EAC) à jusante da cava do Projeto Bloco 8 e à montante da barragem do rio Vacaria, impedindo que o material proveniente de eventual rompimento alcance a barragem do rio Vacaria e comunidades a jusante do empreendimento; - Operação remota na área da cava; - Programa de Atendimento a Emergências Ambientais; - Procedimento operacional e de segurança de barragem; - Monitoramento permanente de barragem; - Vistoria e manutenção periódica por parte da engenharia.
Rompimento da barragem de água do Córrego do Vale ou da barragem de água industrial	<ul style="list-style-type: none"> - Sismos naturais ou desencadeados - Eventos climáticos excepcionais - Falhas de cálculos de engenharia - Falhas de construção - Falhas operacionais - Falta de manutenção ou monitoramento 	<ul style="list-style-type: none"> - Alagamento a jusante da barragem até a estrutura ambiental de controle (EAC), onde não haverá habitações, estruturas de apoio operacional ou ocupação permanente de funcionários. - Preenchimento da cava com água, prejudicando a retomada de lavra; - Paralisação temporária de atividades econômicas do empreendimento. - Possibilidade remota de perda de vidas humanas e animais a jusante da barragem 1 até a estrutura ambiental de controle (EAC). - Impacto sobre cavidades de máxima relevância. 	- Remota (2)	- Afetação restrita a sub-bacia (3)	- Não há vulnerabilidades (1)	- Grave ou crítica (5)	- Baixo (11)	<ul style="list-style-type: none"> - Estrutura Ambiental de Contenção (EAC) à jusante da cava do Projeto Bloco 8 e à montante da barragem do rio Vacaria, impedindo que o a água proveniente de eventual rompimento alcance a barragem do rio Vacaria e comunidades a jusante do empreendimento; - Operação remota na área da cava; - Programa de Atendimento a Emergências Ambientais; - Procedimento operacional e de segurança de barragem; - Monitoramento permanente de barragem; - Vistoria e manutenção periódica por parte da engenharia.
Rompimento da barragem de água do rio Vacaria	<ul style="list-style-type: none"> - Sismos naturais ou desencadeados - Eventos climáticos excepcionais - Falhas de cálculos de engenharia - Falhas de construção - Falhas operacionais - Falta de manutenção ou monitoramento 	<ul style="list-style-type: none"> - De acordo com o estudo de ruptura hipotética, os trechos inundados são caracterizados como terreno natural, sendo estas áreas de campo ou de mata, ao longo da calha dos rios. Ao longo desses rios algumas vias, acessos (BR-341, BR-251, BR-367, BR-116 e MG-342, MG_105), pontes, travessias e benfeitorias isoladas são atingidos pela onda do hidrograma de ruptura. Além desses pontos, parte de três núcleos urbanos são parcialmente atingidos. São eles, Coronel Murta, localizado na MG-342, Itinga, localizado na MG-367, e Itaobim, localizado no cruzamento da MG-367 com a BR-116 (WALM, 2018). - Efeitos temporários sobre atividades econômicas a jusante do barramento, podendo atingir até 191 km, segundo o estudo de ruptura hipotética (WALM, 2018). - Possibilidade de perda de vidas humanas e animais a jusante da barragem de Vacaria. 	- Remota (2)	- Afetação de bacia (5)	- Vulnerabilidade socioambiental (5)	- Grave ou crítica (5)	- Baixo (17)	<ul style="list-style-type: none"> - O trecho de ZAS (Zona de Auto Salvamento) é caracterizado por áreas rurais com pouca ocupação permanente. Nesta zona, em havendo residências ou construções onde haja permanência de pessoas, estas deverão ser relocadas; - Plano de Ação Emergencial (PAE); - Programa de Atendimento a Emergências Ambientais; - Programa de Gestão Ambiental do Empreendimento; - Monitoramento permanente de barragem; - Vistoria e manutenção periódica por parte da engenharia.

7.1 - Considerações sobre os Riscos Ambientais

Em uma comparação entre as matrizes de risco constante no EIA e a atualmente apresentada com a EAC revisada, as barragens que estão localizadas na área do complexo minerário do Bloco 8 (barragem de rejeitos 1 e 2, barragem de água do Córrego do Vale e barragem de água industrial) apresentaram grande alteração na avaliação de seus riscos devido ao projeto da estrutura ambiental de contenção (EAC). Verifica-se que a espacialidade do risco passa de afetação generalizada ou de grandes proporções para uma espacialidade de afetação restrita a sub-bacia. A severidade do risco passa de catastrófica para grave ou crítica, classificação bastante mais branda que a anterior. A categoria de risco, segundo a nova avaliação passa de risco alto para risco baixo. Essas alterações podem ser verificadas de maneira resumida na Figura 6.1.

FIGURA 7.1 - Resumo das alterações na avaliação de riscos após o projeto da estrutura ambiental de contenção - EAC



Para estas barragens a frequência permanece inalterada já que as melhorias de projeto não afetam essa variável, que já se encontrava no menor nível. A vulnerabilidade socioambiental deixa de existir neste caso, já que a onda de Dam Break fica limitada à futura área do empreendimento.

No que tange a um rompimento hipotético da barragem de água rio Vacaria, este evento hipotético se mantém como avaliado anteriormente, com a onda de Dam Break apresentada no EIA. Cabe ressaltar que a barragem de Vacaria tem características muito distintas das barragens de rejeito, sendo uma barragem construída, como as demais barragens de água (hidrelétricas e de uso múltiplo), para as quais os fatores de segurança são muito altos. Além disso, na hipótese de rompimento, o que se tem é uma onda de água, como uma enchente que se dissipa ao longo da bacia.

Importante:

- 1) O estudo de pluma de dispersão para a ruptura hipotética da barragem de rejeitos 1 anteriormente apresentado no EIA, e os cenários de ruptura hipotética das barragem de rejeito 1 e 2 e das barragens de água do córrego do vale e industrial, bem como os mapas apresentados, deverão ser desconsiderados, tendo em vista que o cenário avaliado não mais existe, em função da implantação da EAC. O Estudo de Dam Break para a barragem do rio Vacaria fica mantido como apresentado.
- 2) Antes de propor a construção da Estrutura Ambiental de Contenção - EAC, também foram elaborados Planos de Ação de Emergência de Barragem de Mineração (PAEBM) contendo a identificação das situações potenciais de emergência, o estabelecimento de ações a serem executadas nesses casos e definição dos agentes a serem notificados em caso de rompimento das barragens, com o objetivo de minimizar danos e perdas. Com a estrutura de contenção, esses planos relacionados às barragens localizadas no complexo minerário tornam-se restritos à área do empreendimento, devendo ser atualizados em fase posterior do processo de licenciamento ambiental.

O plano relacionado à barragem de água do rio Vacaria, por sua vez, não terá sua abrangência alterada, porém será atualizado e adequado às legislações pertinentes na próxima fase do licenciamento ambiental.

ANEXOS

ANEXO 1 - IDENTIFICAÇÃO DO CENÁRIOS DE MAIOR DANO

**ANEXO 2 - NOVO ESTUDO DE RUPTURA HIPOTÉTICA
(DAM BREAK) CONSIDERANDO A ESTRUTURA
AMBIENTAL DE CONTENÇÃO (EAC)**

ANEXO 3 - PROJETO CONCEITUAL DA ESTRUTURA AMBIENTAL DE CONTENÇÃO - EAC ATUALIZADA

ANEXO 04 - MAPA DE INTERVENÇÃO NO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E EM APPs

**ANEXO 05 - PROGRAMA DE REMOÇÃO DE DESPOJOS
HUMANOS DA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA PELA
EAC**

ANEXO 06 - PROJETO CONCEITUAL DAS BARRAGENS E ARTs CORRESPONDENTES

ANEXO 07 - MEMORIAL DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL