

Samara Capitol da Silva
Camila Nascimento Alves
Kempes Francisco Pereira Magalhães

ASPECTOS LEGAIS DE PROBLEMAS GEOTÉCNICOS
DE SEGURANÇA DE BARRAGENS DE MINERAÇÃO
EM CATALÃO E OUVIDOR, NO ESTADO DE GOIÁS, BRASIL



Rfb
Editora

**ASPECTOS LEGAIS DE PROBLEMAS
GEOTÉCNICOS DE SEGURANÇA DE
BARRAGENS DE MINERAÇÃO EM CATALÃO E
OUVIDOR, NO ESTADO DE GOIÁS, BRASIL**

Samara Capitol da Silva
Camila Nascimento Alves
Kempes Francisco Pereira Magalhães

**ASPECTOS LEGAIS DE PROBLEMAS
GEOTÉCNICOS DE SEGURANÇA DE
BARRAGENS DE MINERAÇÃO EM CATALÃO E
OUVIDOR, NO ESTADO DE GOIÁS, BRASIL**

Edição 1

Belém-PA



2022

© 2022 Edição brasileira
by RFB Editora

© 2022 Texto
by Autor(es)

Todos os direitos reservados

RFB Editora
Home Page: www.rfbeditora.com
Email: adm@rfbeditora.com
WhatsApp: 91 98885-7730
CNPJ: 39.242.488/0001-07
Av. Augusto Montenegro, 4120 - Parque Verde, Belém - PA, 66635-110

Diagramação

Danilo Wothon Pereira da Silva
Priscila Rosy Borges de Souza
Diogo Wothon Pereira da Silva

Design da capa

Priscila Rosy Borges de Souza

Imagens da capa

www.canva.com

Revisão de texto

Os autores

Bibliotecária

Janaina Karina Alves Trigo Ramos

Gerente editorial

Nazareno Da Luz

<https://doi.org/10.46898/rfb.9786558892410>

Catálogo na publicação
Elaborada por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

S586

Silva, Samara Capitol da

Aspectos legais de problemas geotécnicos de segurança de barragens de mineração em Catalão e Ouidor, no estado de Goiás, Brasil / Samara Capitol da Silva, Camila Nascimento Alves, Kempes Francisco Pereira Magalhães. – Belém: RFB, 2022.

Livro em PDF

68 p., il.

ISBN: 978-65-5889-241-0

DOI: 10.46898/rfb.9786558892410

1. Segurança e saúde em minas. I. Silva, Samara Capitol da. II. Alves, Camila Nascimento. III. Magalhães, Kempes Francisco Pereira. IV. Título.

CDD 622.8

Índice para catálogo sistemático

I. Segurança e saúde em minas



Todo o conteúdo apresentado neste livro, inclusive correção ortográfica e gramatical, é de responsabilidade do(s) autor(es).

Obra sob o selo *Creative Commons*-Atribuição 4.0 Internacional. Esta licença permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.

Conselho Editorial

Prof. Dr. Ednilson Sergio Ramalho de Souza - UFOPA (Editor-Chefe)

Prof.^a Dr.^a. Roberta Modesto Braga-UFPA

Prof. Dr. Laecio Nobre de Macedo-UFMA

Prof. Dr. Rodolfo Maduro Almeida-UFOPA

Prof.^a Dr.^a. Ana Angelica Mathias Macedo-IFMA

Prof. Me. Francisco Robson Alves da Silva-IFPA

Prof.^a Dr.^a. Elizabeth Gomes Souza-UFPA

Prof.^a Dr.^a. Neuma Teixeira dos Santos-UFRA

Prof.^a Ma. Antônia Edna Silva dos Santos-UEPA

Prof. Dr. Carlos Erick Brito de Sousa-UFMA

Prof. Dr. Orlando José de Almeida Filho-UFSJ

Prof.^a Dr.^a. Isabella Macário Ferro Cavalcanti-UFPE

Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares-UFPI

Prof.^a Dr.^a. Welma Emidio da Silva-FIS

Comissão Científica

Prof. Dr. Laecio Nobre de Macedo-UFMA

Prof. Me. Darlan Tavares dos Santos-UFRJ

Prof. Dr. Rodolfo Maduro Almeida-UFOPA

Prof. Me. Francisco Pessoa de Paiva Júnior-IFMA

Prof.^a Dr.^a. Ana Angelica Mathias Macedo-IFMA

Prof. Me. Antonio Santana Sobrinho-IFCE

Prof.^a Dr.^a. Elizabeth Gomes Souza-UFPA

Prof. Me. Raphael Almeida Silva Soares-UNIVERSO-SG

Prof.^a. Dr.^a. Andréa Krystina Vinente Guimarães-UFOPA

Prof.^a. Ma. Luisa Helena Silva de Sousa-IFPA

Prof. Dr. Aldrin Vianna de Santana-UNIFAP

Prof. Me. Francisco Robson Alves da Silva-IFPA

Prof. Dr. Marcos Rogério Martins Costa-UnB

Prof. Me. Márcio Silveira Nascimento-IFAM

Prof.^a Dr.^a. Roberta Modesto Braga-UFPA

Prof. Me. Fernando Vieira da Cruz-Unicamp

Prof.^a Dr.^a. Neuma Teixeira dos Santos-UFRA

Prof. Me. Angel Pena Galvão-IFPA

Prof.^a. Dr.^a. Dayse Marinho Martins-IEMA

Prof.^a Ma. Antônia Edna Silva dos Santos-UEPA

Prof.^a. Dr.^a. Viviane Dal-Souto Frescura-UFSM

Prof. Dr. José Moraes Souto Filho-FIS

Prof.^a. Ma. Luzia Almeida Couto-IFMT

Prof. Dr. Carlos Erick Brito de Sousa-UFMA

Prof.^a. Ma. Ana Isabela Mafra-Univali

Prof. Me. Otávio Augusto de Moraes-UEMA



Prof. Dr. Antonio dos Santos Silva-UFPA
Prof^a. Dr. Renata Cristina Lopes Andrade-FURG
Prof. Dr. Daniel Tarciso Martins Pereira-UFAM
Prof^a. Dr^a. Tiffany Prokopp Hautrive-Unopar
Prof^a. Ma. Rayssa Feitoza Felix dos Santos-UFPE
Prof. Dr. Alfredo Cesar Antunes-UEPG
Prof. Dr. Vagne de Melo Oliveira-UFPE
Prof^a. Dr^a. Ilka Kassandra Pereira Belfort-Faculdade Laboro
Prof. Dr. Manoel dos Santos Costa-IEEMA
Prof^a. Dr^a. Érima Maria de Amorim-UFPE
Prof. Me. Bruno Abilio da Silva Machado-FET
Prof^a. Dr^a. Laise de Holanda Cavalcanti Andrade-UFPE
Prof. Me. Saimon Lima de Britto-UFT
Prof. Dr. Orlando José de Almeida Filho-UFSJ
Prof^a. Ma. Patrícia Pato dos Santos-UEMS
Prof^a. Dr^a. Isabella Macário Ferro Cavalcanti-UFPE
Prof. Me. Alisson Junior dos Santos-UEMG
Prof. Dr. Fábio Lustosa Souza-IFMA
Prof. Me. Pedro Augusto Paula do Carmo-UNIP
Prof^a. Dr^a. Dayana Aparecida Marques de Oliveira Cruz-IFSP
Prof. Me. Alison Batista Vieira Silva Gouveia-UFG
Prof^a. Dr^a. Silvana Gonçalves Brito de Arruda-UFPE
Prof^a. Dr^a. Nairane da Silva Rosa-Leão-UFRPE
Prof^a. Ma. Adriana Barni Truccolo-UERGS
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares-UFPI
Prof. Me. Fernando Francisco Pereira-UEM
Prof^a. Dr^a. Cátia Rezende-UNIFEV
Prof^a. Dr^a. Katiane Pereira da Silva-UFRA
Prof. Dr. Antonio Thiago Madeira Beirão-UFRA
Prof^a. Ma. Dayse Centurion da Silva-UEMS
Prof^a. Dr^a. Welma Emidio da Silva-FIS
Prof^a. Ma. Elisângela Garcia Santos Rodrigues-UFPB
Prof^a. Dr^a. Thalita Thyrsa de Almeida Santa Rosa-Unimontes
Prof^a. Dr^a. Luci Mendes de Melo Bonini-FATEC Mogi das Cruzes
Prof^a. Ma. Francisca Elidivânia de Farias Camboim-UNIFIP
Prof. Dr. Clézio dos Santos-UFRRJ
Prof^a. Ma. Catiane Raquel Sousa Fernandes-UFPI
Prof^a. Dr^a. Raquel Silvano Almeida-Unespar
Prof^a. Ma. Marta Sofia Inácio Catarino-IPBeja
Prof. Me. Ciro Carlos Antunes-Unimontes
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos - FAQ/FAEG

Nossa missão é a difusão do conhecimento gerado no âmbito acadêmico por meio da organização e da publicação de livros científicos de fácil acesso, de baixo custo financeiro e de alta qualidade!

Nossa inspiração é acreditar que a ampla divulgação do conhecimento científico pode mudar para melhor o mundo em que vivemos!

Equipe RFB Editora





SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	9
1.1 OBJETIVO	11
1.2 JUSTIFICATIVA.....	11
2 METODOLOGIA.....	13
3 LOCALIZAÇÃO.....	15
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
4.1 Rejeitos Minerais e Métodos de Alteamto.....	20
4.1.1 Classificações de Segurança.....	22
5 RESULTADOS	29
5.1 Do Processo Judicial Inicial	30
5.1.1 Pedido liminar	30
5.2 Da Investigação Judicial.....	31
5.2.1 Decisão Judicial	34
5.2.2 Barragem BM.....	35
5.2.3 Barragem BR	38
5.2.4 Unidade IB	41
5.2.5 Unidade IIA	44
5.2.6 Unidade IIB.....	47
5.2.7 Dique de Finos (1, 2, 3) - Depósito Tamanduá.....	50
6 DISCUSSÕES	53
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	63
REFERÊNCIAS.....	65





CAPÍTULO 1

APRESENTAÇÃO



A mineração é uma das principais fontes econômicas brasileiras e contribui diretamente na melhoria da qualidade de vida da população. O Brasil ocupa um lugar privilegiado no cenário mundial da indústria da mineração, por possuir um dos ambientes geológicos mais diversificados do mundo, apresentando grande variedade mineral com volumes expressivos (VALERIUS, 2014).

De acordo com dados da ANM, na plataforma CFEM (2021), no Brasil, Goiás ocupa a terceira posição entre as principais áreas de extração mineral, ficando atrás apenas de Minas Gerais e Pará. A arrecadação total do ano de 2020 foi de 121.780.369,77 reais, enquanto Pará ocupa a primeira posição com 3.112.167.351,72 reais e Minas Gerais a segunda, arrecadando 2.364.537.041,68 reais. Os municípios em estudo compõem a quarta e quinta posição dentro do território goiano, Catalão arrecadou em 2020, 11.417.886,80 reais e Ouvidor, 11.320.623,38 reais.

Goiás é o principal estado produtor de amianto, com participação de 100% da produção nacional e níquel, com 85,6%. Segundo maior produtor de rocha fosfática, com participação de 35,4% e de nióbio com 12,9%. Os grandes empreendimentos de exploração mineral no território goiano são controlados por grandes empresas de grupos nacionais e transnacionais, como Anglo American, Vale S.A, SAMA S.A, AngloGold Ashanti, Votorantim e, recentemente China Molybdenum Co. (CMOC), conhecida como Copebrás, decorrente da compra dos negócios de fosfato de nióbio da Anglo (GONÇALVES, 2016).

O crescimento do setor minerário gera um volume na faixa de milhões de metros cúbicos de materiais extraídos e também dos movimentados no processo de beneficiamento. A quantidade de rejeito varia, onde os fatores dependem do processo utilizado na extração, teor e concentração da substância extraída e localização da jazida. A grande produção dos rejeitos minerais vindos da etapa de beneficiamento acaba viabilizando a construção de diques para estocagem deste material, formando assim as barragens de rejeitos (SOUZA; MOREIRA; HEINECK, 2018).

A construção de barragens de rejeito deve ser um processo continuado, isto é, estendendo-se por praticamente todo o período da atividade mineira, possibilitando um acompanhamento dos resultados e possíveis modificações e aprimoramentos do projeto inicial. Desse modo, pode-se dispor, de forma segura, todos os rejeitos gerados no processamento, minimizando os riscos de acidentes (SOARES, 2010).

As tragédias brasileiras em Brumadinho e Mariana- nos últimos anos causaram grandes movimentações públicas, referentes a segurança de barragens de contenção de rejeito. Visto que ambas custaram vidas e causaram danos ambientais

graves, grandes volumes de rejeitos descarregados no ambiente, onde houve presença de efluentes tóxicos. Toda essa repercussão provocou o medo desse cenário ser reprisado em outras regiões que alojam barragens de rejeito. Assim se deu a elaboração de um Inquérito Civil Público (ICP), no Ministério Público do Estado de Goiás, através do seu promotor de justiça da 3ª Promotoria de Justiça da Comarca de Catalão ligada a defesa do meio ambiente e urbanismo (MPGO, 2019).

Esse inquérito tem como objetivo a apuração das condições de segurança e estabilidade das barragens de rejeitos das empresas Mosaic Fertilizantes P&K Ltda. (antiga Vale Fertilizantes S/A), Copebrás Indústria Ltda. (antiga Anglo American Fosfatos Brasil Ltda.) e Niobrás Mineração Ltda. (antiga Anglo American Nióbio Brasil Ltda.), instaladas nos municípios de Catalão e Ouvidor, e, eventual irregularidade ambiental quanto ao seu funcionamento, como medida preventiva a acidentes e danos ambientais (MPGO, p.3, 2019).

Há o uso de três modelos de alteamento de barragens, montante, jusante e linha de centro. Entretanto, o que apresenta maior risco é “a montante”, o mesmo utilizado em Mariana e Brumadinho, com um degrau inicial e posteriormente vai crescendo com os próprios rejeitos. De acordo com Valerius (2014), essa metodologia foi amplamente utilizada no país por ser considerada a de menor custo.

1.1 OBJETIVO

O objetivo do estudo é comparar os critérios geotécnicos previstos na literatura frente à problemática apresentada ao MPGO para averiguar se há fundamento técnico respaldado na visão técnico-científica, quanto à política de segurança e estabilidade de barragens. Paralelamente averiguar se as barragens estudadas possuem semelhanças estruturais e de instrumentação com as Barragens de Mariana e Brumadinho, em Minas Gerais.

1.2 JUSTIFICATIVA

A temática abordada no estudo é justificada pelo grande índice de acidentes minerários envolvendo barragens de mineração no Brasil. Visto que, barragens geralmente são obras associadas a um elevado grau de risco de ruptura com consequências catastróficas para o meio ambiente, com destruição de fauna e flora, além de perdas econômica e da vida humana.

Os últimos acidentes registrados foram transmitidos pelas mídias noticiárias por um longo período de tempo, o que de certa forma pode ter alavancado um cenário de “medo coletivo” na população que vive no entorno das barragens, atrelado

a falta de confiança nas empresas de mineração, vistorias e notas públicas. Contudo, os empreendimentos minerários geram grande movimento no setor socioeconômico desses municípios, com geração de empregos diretos e terceirizados.



CAPÍTULO 2

METODOLOGIA



O presente trabalho iniciou-se com uma revisão integrativa da literatura, com objetivo de identificação do tema e seleção da questão de pesquisa, além de estabelecimento de critérios para inclusão e exclusão de estudos; definição das informações a serem extraídas para executar a interpretação dos resultados obtidos.

De acordo com Sousa et.al. (2018), a revisão integrativa é utilizada para sintetização de resultados sobre um tema ou questão. Fornece uma informação mais ampla sobre determinado assunto ou problema. Podendo combinar dados da literatura teórica e empírica, elementos experimentais ou quase-experimentais. A pesquisa é abrangente, para identificar o número máximo de fontes primárias elegíveis.

Desta forma, a base para o estudo foi ICP apresentado a promotoria de Goiás, com espeque na documentação do inquérito nº025/2015- atena nº201500470185. Esse processo foi desagrupado quando chegou à Procuradoria da República, do Ministério Público Federal (MPF), na qual cada barragem citada teve audiência em âmbito individual, não mais no coletivo, como retratada no início da ação jurídica. Posteriormente, houve a abordagem comparativa com as bibliografias selecionadas. Vale ressaltar que até 10/2021 o processo ainda está em andamento, podendo ser consultado no Tribunal de Justiça do Estado de Goiás (TJGO), através do nº 5007568-05.2019.8.09.0029.



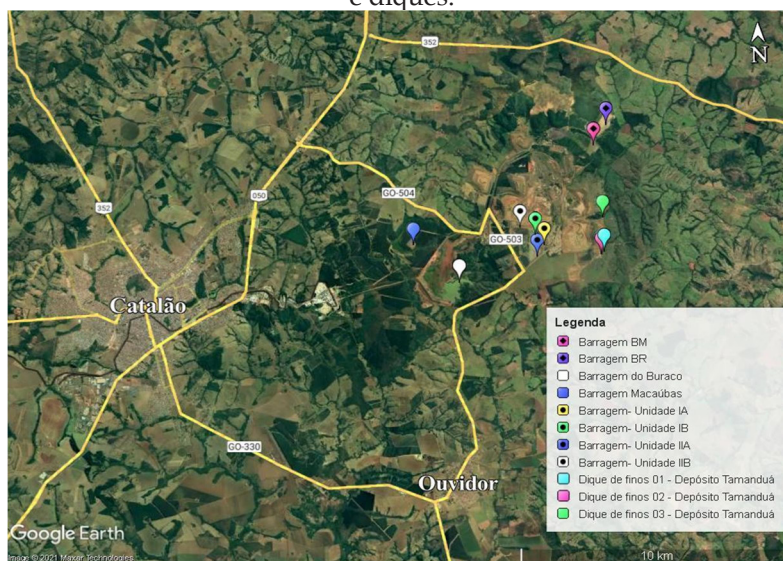
CAPÍTULO 3

LOCALIZAÇÃO



As barragens estudadas se encontram no sudeste do Estado de Goiás, Catalão se encontra a uma distância de 260 km, aproximadamente 3h50min, via BR-352; GO-020, GO-330 e BR-352 (figura 1). O percurso de Catalão até Ouvidor é de 17,5 km, aproximadamente 25 min. De acordo com MPMGO (2019), os municípios goianos estão na sub-bacia do Córrego Taquara que pertence à Bacia do Ribeirão Ouvidor.

Figura 1 - Croqui de localização das cidades de Catalão e Ouvidor, com a localização das barragens e diques.



Fonte: Google Earth (2021).

A Barragem do Buraco se localiza no município de Catalão, com latitude $-18^{\circ}09'45.000''$ e longitude $-47^{\circ}50'43.500''$. A Barragem de Macaúbas está em uma latitude de $-18^{\circ}8'49.610''$ e longitude $-47^{\circ}50'57.270''$, ambas pertencentes a Copebrás (figura 2).

Figura 2 - Croqui da localização das Barragens do Buraco e Macaúbas em escala de maior detalhe.



Fonte: Google Earth (2021).

As barragens da Niobrás estão localizadas no município de Ouvidor, a Unidade IA está localizada em latitude $-18^{\circ}08'53.000''$ e longitude $-47^{\circ}48'11.000''$. A IB em latitude $-18^{\circ}08'40.000''$ e longitude $-47^{\circ}48'22.000''$. IIA em latitude $-18^{\circ}09'07.693''$ e longitude $-47^{\circ}48'20.401''$, por fim a IIB na latitude $-18^{\circ}08'30.000''$ e longitude $-47^{\circ}48'41.000''$ (figura 3).

Figura 3 - Croqui da localização das Barragens Unidades IA, IB, IIA e IIB em escala de maior detalhe



Fonte: Google Earth (2021)





CAPÍTULO 4

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA



4.1 REJEITOS MINERAIS E MÉTODOS DE ALTEAMENTO

Os rejeitos minerais são resíduos resultantes de processos de beneficiamento, quais são submetidos os minérios de interesse econômico, é caracterizado por uma fração líquida e sólida, com concentração de 30% a 50% em peso. As propriedades dos rejeitos dependem das características do minério bruto e do processo industrial utilizado na fase de beneficiamento. Pode variar de matérias arenosas não plásticas, como em rejeitos granulares até solos de granulometria fina e alta plasticidade, como as lamas. Geralmente os rejeitos de caráter granular são constituídos por areias finas a médias não plásticas, as lamas são constituídas por siltes e argilas com alta plasticidade, difícil sedimentação e alta compressibilidade (SOUZA JUNIOR, MOREIRA & HEINECK, 2018).

A liberação do mineral de interesse ocorre através da operação de redução de tamanho, através da britagem e moagem, esse processo é chamado de cominuição, pode ter um alto custo, junto as operações de separação por tamanho, classificação por peneiramento e ciclonação. As operações de concentração se baseiam nas diferenças de propriedades entre o minério de interesse e minerais de ganga, onde as propriedades que se destacam são, densidade, suscetibilidade magnética, condutividade elétrica, propriedades químicas, cor, radioatividade e forma (SOUZA JUNIOR, MOREIRA & HEINECK, 2018).

É necessário eliminar parte da água do concentrado antes de ser transportado para barragem, essas operações são chamadas de desaguamento e secagem. Na deposição dentro da barragem é necessário atender alguns critérios, pois nesta etapa se forma um sedimento saturado em água, na maioria das vezes é necessário expelir essa água excedente para redução de volume e aumento da resistência mecânica. A resistência mecânica referente a suspensão de sólidos finos pode ser caracterizada em termos de tensão de cisalhamento (resistência ao fluxo) e tensão de cedência compressiva, ambas crescem exponencialmente com o aumento do conteúdo sólido, com exceção das lamas vermelhas, que irá variar de acordo com a mineralogia e granulometria (SOUZA JUNIOR, MOREIRA & HEINECK, 2018).

Junto com as pilhas de estéril as barragens são as maiores estruturas geotécnicas construídas, elas já são feitas há milênios para diversos fins como: armazenamento de água, controle de vazões e geração de energia hidrelétrica. Com avanço da exploração mineral, as barragens de rejeito se tornaram alvo de grande atenção, devido a seu potencial danoso em caso de falhas. O projeto de uma barragem é multidisciplinar, além de sua execução e operação, necessitando de profissionais competentes das áreas de engenharia de minas e geotécnica, com ênfase nas áreas

das ciências de mecânica dos solos e rochas (CARDOZO, PIMENTA & ZINGANO, 2016).

Diferente de barragens convencionais, que apenas barram água, as de rejeito armazenam rejeitos de processos minerais que podem variar de materiais arenosos não plásticos até solos de granulometria fina, com alta plasticidade (lamas). Assim, define-se os rejeitos destinados a barragens como mistura de rocha cominuída e fluidos dos processos de beneficiados, com características como: granulometria fina e forma angular, onde a composição química depende da composição da rocha explorada e dos reagentes utilizados no processamento de usinagem. Desta forma, o material passa por processos que envolve reações químicas com composições iônicas variadas, que podem ser nocivas ao homem e ao meio ambiente, principalmente quando em contato com os materiais construtivos do aterro, alterando sua permeabilidade (CARDOZO, PIMENTA & ZINGANO, 2016).

De acordo com Lozano (2006), a vida útil de uma barragem de rejeito possui várias fases: pesquisa do local, projeto de instalação, construção, operação e fechamento definitivo. O processo de seleção de locais aptos divide-se em duas fases claramente diferenciadas. Na primeira fase realiza-se uma avaliação em grande escala, que tem como objetivo descartar áreas impróprias e obter uma classificação preliminar de zonas aceitáveis, baseada em fatores gerais. Podem-se utilizar avaliadores geológicos de prospecção como a geoquímica ou a geofísica, para identificar áreas potencialmente exploráveis para extração de minério. Áreas com aspectos legais impeditivos também são eliminadas nesta fase, como por exemplo, áreas de proteção ambiental e de patrimônio histórico. Na segunda fase, uma vez delimitadas regiões alternativas menores, utilizam-se fatores mais específicos de escolha.

Os tipos de barragens, ou também conhecido como métodos construtivos, são:

- Método à montante;
- Método à jusante; e
- Método de Linha de Centro.

O método de construção ou alteamento “a montante” se constitui uma metodologia construtiva de barragens onde os maciços de alteamento se apoiam sobre o próprio rejeito ou sedimento previamente lançado e depositado, estando também enquadrados nessa categoria os maciços formados sobre rejeitos de reservatórios já implantados;

O método de construção ou alteamento “a jusante” consiste no alteamento para jusante a partir do dique inicial, onde os maciços de alteamento são construí-

dos com material de empréstimo ou com o próprio rejeito; Já o método de construção ou alteamento “linha de centro” é o método em que os alteamentos se dão de tal forma que o eixo da barragem se mantém alinhado com o eixo do dique de partida, em razão da disposição do material construtivo, parte a jusante e parte a montante, em relação à crista da etapa anterior

A maior parte das barragens de mineração mais antigas são construídas utilizando-se o método à montante, devido possuírem menor custo. No entanto, é o método menos seguro, pois o material da barragem (o próprio rejeito) permanece saturado por longos períodos, tendo como resultado a elevação da suscetibilidade a problemas geotécnicos, como a liquefação e posteriormente de ruptura, como ocorreu nos últimos desastres nas barragens de Brumadinho e de Mariana, no estado de Minas Gerais.

O Ministério de Minas e Energia publicou a resolução 95/2022 onde consolidada os atos normativos sobre segurança de barragens e dá prazos para as empresas mineradoras eliminarem as barragens à montante, além de proibir construções de novas barragens utilizando esse método construtivo. Diante deste cenário nota-se que o governo federal, após os desastres oriundos de rompimento de barragens está com intuito de minimizar os problemas geotécnicos do método mais perigoso conhecido.

4.1.1 Classificações de Segurança

De acordo com a ANM (2020), no Relatório Anual de Segurança de Barragens de Mineração (2020), o ano marcou o decênio da Lei 12.334/2010, que estabeleceu e implantou a Política Nacional de Segurança de Barragens no nosso país e ficou marcado pela sua atualização por meio da Lei 14.066/2020. Um dos pontos mais importantes nos debates que envolveram sua revisão, foram os acidentes de grandes proporções que ocorreram em barragens de mineração e tiveram ampla divulgação e conhecimento por parte da sociedade brasileira.

A ANM, exercendo sua função institucional de órgão fiscalizador e regulador da atividade minerária, participou ativamente das discussões sobre o assunto, contribuindo na revisão da Lei 12.334/2010 que culminou na publicação em 01 de outubro de 2020 da Lei 14.066. Além disso, elaborou as Resoluções internas nos 32/2020, 40/2020 e 51/2020, que alteraram a Portaria 70.389/2017. Estas alterações impuseram à equipe de agentes o desafio de realizar mudanças significativas nas ações fiscalizatórias. Os dispositivos alterados passaram a ser incorporados imediatamente às rotinas de trabalho, elevando o rigor quanto à gestão da segurança das

barragens de mineração desde a concepção dos projetos até sua implantação, monitoramento e futura desmobilização, bem como nas ações previstas para os casos de emergências.

Considerando as barragens de mineração temos seus critérios de classificação, inicialmente a Categoria de Risco (CRI), utiliza diversos fatores como, por exemplo, suas características técnicas, a avaliação de seu estado de conservação da barragem e o seu Plano de Segurança (PSB). As características técnicas envolvem questões como a altura do barramento, o comprimento do coroamento da barragem, o tipo da barragem quanto ao material de construção, o tipo de fundação da barragem, a idade da barragem e o tempo de recorrência da vazão de projeto do vertedouro.

O estado de conservação leva em consideração a confiabilidade das estruturas extravasoras, se há percolação, deformação e recalques ou, ainda, deterioração dos taludes. Caso a barragem não envie a DCE nos períodos de campanha, ou envie concluindo pela não estabilidade da barragem, ou caso o empreendedor informe que a mesma entrou em nível de emergência, ou ele tenha pontuação 10 em qualquer coluna do quadro de estado de conservação ou ultrapasse a somatória de 67 pontos nos quadros que compõem a categoria de risco, esta estará com CRI alta (ANM, 2019).

Em relação ao PSB, leva-se em conta a existência de documentação de projeto da barragem, a estrutura organizacional e qualificação dos profissionais da equipe técnica de segurança da barragem, os procedimentos de inspeções de segurança e monitoramento, a regra operacional dos dispositivos de descarga da barragem e os relatórios de inspeção de segurança com análise e interpretação. Ou seja, a definição do CRI é estabelecida conforme os aspectos de cada barragem e segmentada em Alta, Média ou Baixa, conforme estabelecido em lei (ANM, 2019).

Já o Dano Potencial Associado (DPA), se refere ao grau do dano que qualquer acidente de rompimento ou vazamento, ou ocorrência de natureza similar, pode causar, de acordo com a perda de vidas humanas e impactos sociais, econômicos e ambientais. Para determinar o DPA leva-se em consideração o uso e a ocupação “atual” do solo, e os critérios gerais dessa classificação são (ANM, 2019): 1) Existência de população à jusante com potencial de perda de vidas humanas; 2) Existência de unidades habitacionais ou equipamentos urbanos ou comunitários; 3) Existência de infraestrutura ou serviços; 4) Existência de equipamentos de serviços públicos essenciais; 5) Existência de áreas protegidas definidas em legislação; 6) Natureza dos rejeitos ou resíduos armazenados; 7) Volume.

O Dano Potencial Associado é estabelecido conforme os aspectos externos à barragem, e também é segmentado em Alto, Médio ou Baixo, conforme definição da lei. O porte de uma barragem, de maneira simples (tabela2), é dado a partir do seu volume.

Tabela 2 - Porte de barragens de acordo com seu volume.

<i>Classificação</i>	<i>Muito Pequeno</i>	<i>Pequeno</i>	<i>Médio</i>	<i>Grande</i>	<i>Muito Grande</i>
Volume do reservatório (m³)	<i><= 500 mil</i>	<i>500 mil a 5 milhões</i>	<i>5 milhões a 25 milhões</i>	<i>25 milhões a 50 milhões</i>	<i>>= 50 milhões</i>

Fonte: ANM (2019).

A Classe das barragens é dada segundo a combinação da CRI e do DPA da estrutura, e o objetivo da sua utilização é de diferenciá-las em relação à sua abrangência e a frequência das ações de segurança necessárias, sendo principalmente uma ferramenta de planejamento de gestão, portanto variando dependendo do órgão fiscalizador (ANM, 2019).

A definição de classe das barragens de mineração na concepção estabelecida pela ANM, é segmentada pelas letras A, B, C, D e E (tabela 3). Onde A refere-se a estruturas de maior criticidade reduzindo gradativamente até a classe E. Outra aplicação dessa classificação é, por exemplo, para o estabelecimento da necessidade da entrega do último volume do PSB, o Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração (PAEBM), uma vez que somente aquelas classificadas em Classe A ou B devem anexá-lo (ANM, 2019).

Tabela 3 - DPA X CRI = Classe

Categoria de Risco	Dano Potencial Associado		
	ALTO	MÉDIO	BAIXO
ALTO	A	B	C
MÉDIO	B	C	D
BAIXO	B	C	E

Fonte: ANM (2019)

Quando uma barragem atinge a pontuação máxima (10) em qualquer quesito do seu estado de conservação, referente a CRI, inicia-se uma Inspeção de Segurança Especial (ISE), e com ela uma Situação de Emergência. A ausência de Declaração de Condição de Estabilidade, ou não declaração da mesma, também implica no início de uma Situação de Emergência. Quando esta situação é constatada é dever do coordenador do PAEBM classificar, em conjunto com a equipe de segurança de barragens a emergência em três níveis, sendo eles (ANM, 2019):1) Nível 1: quando uma anomalia que resulte na pontuação máxima é detectada e é iniciada a ISE;2) Ní-

vel 2: quando o resultado das ações adotadas na anomalia referida for classificado como “não controlado”, de acordo com a definição do § 1º do Art. 27 da Portaria nº 70.389/2017; 3) Nível 3: a ruptura é iminente ou está ocorrendo.

Um dos grandes avanços em relação a segurança de barragens ocorreu após o desastre da barragem de resíduos da indústria de papel e celulose Cataguases. Esse evento mostrou a necessidade urgente de avançar com o assunto, e isso ensejou, em 21 de setembro de 2010, a publicação da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. Foi estabelecida, então, a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), por meio da citada lei, que tem como objetivos garantir a observância de padrões de segurança de barragens de maneira a reduzir a possibilidade de acidente e suas consequências; regulamentar as ações de segurança a serem adotadas nas fases de planejamento, projeto, construção, primeiro enchimento e primeiro vertimento, operação, desativação e de usos futuros de barragens em todo o território nacional; promover o monitoramento e o acompanhamento das ações de segurança empregadas pelos responsáveis por barragens; criar condições para que se amplie o universo de controle de barragens pelo poder público, com base na fiscalização, orientação e correção das ações de segurança; coligir informações que subsidiem o gerenciamento da segurança de barragens pelos governos; estabelecer conformidades de natureza técnica que permitam a avaliação da adequação aos parâmetros estabelecidos pelo poder público e também fomentar a cultura de segurança de barragens e gestão de riscos (ANM, 2019).

Para as barragens que se submetem à PNSB, deve ser elaborado o Plano de Segurança de Barragens (PSB), documento que consolida todas as informações referentes à estrutura e à sua segurança, como os dados do empreendedor, dados técnicos do empreendimento, estrutura organizacional da equipe de segurança da barragem, manuais de procedimentos e monitoramento, relatórios das Inspeções de Segurança Regulares (ISR) e Especiais (ISE), e das Revisões Periódicas da Segurança da Barragem (RPSB), além do Plano de Ação de Emergência (PAE), quando exigido.

A lei que estabelece a PNSB aplica-se às barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, enquadradas em território nacional, e que possuem ao menos uma das características citadas abaixo: 1) Altura do maciço, contada do ponto mais baixo da fundação à crista, maior ou igual a 15m (quinze metros); 2) Capacidade total do reservatório maior ou igual a 3.000.000m³ (três milhões de metros cúbicos); 3) Reservatório que contenha resíduos perigosos conforme normas técnicas aplicáveis; 4) Categoria de Dano Potencial Associado Médio ou Alto, em termos

econômicos, sociais, ambientais ou de perda de vidas humanas, conforme definido no Art. 6º (ANM, 2019).

A PNSB define que o responsável legal pela segurança da barragem é o empreendedor, cabendo a ele desenvolver medidas que evitem acidentes, como uma eventual ruptura. A lei também define que a fiscalização da segurança das barragens, sem prejuízo de ações dos órgãos ambientais, caberá à entidade outorgante do direito de uso, observado o domínio do corpo hídrico. Nos artigos 16º e 17º da Lei foram atribuídas as obrigações de ambas as partes, para a atuação direta e imediata dos órgãos fiscalizadores e dos empreendedores, a fim de se adequar a referida legislação (ANM, 2019).

A Lei nº 12.334 também criou o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB) para o registro informatizado das condições de segurança de barragens em todo território nacional, dispondo de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações de barragens em diferentes fases de vida (construção, operação ou desativadas), para diferentes usos e com diversas características técnicas. Os dados que compõem esse sistema são emitidos pela entidade responsável ou órgão fiscalizador. De acordo com a ANM (2019), houve alteração da lei no que se refere a utilização do método a montante, visto os últimos acidentes registrados no Brasil, desta forma foi substituída a Resolução nº 4 pela nº13, onde:

- A) A proibição da utilização do método de construção ou alteamento de barragens de mineração denominado “à montante” ou método “desconhecido”;
- B) A responsabilização dos empreendedores pelas barragens de mineração, que também passaram a ser proibidos de ter quaisquer tipos de instalações e barragens na ZAS – precisam ser retiradas até 12 de outubro de 2019;
- C) O estabelecimento, aos empreendedores, de que para barragens de mineração com DPA Alto que não se enquadra no Art. 7º da Portaria nº 70.389, até o dia 15 de dezembro de 2020, deve ter sido implementado monitoramento automatizado com acompanhamento em tempo real e período integral;
- D) O estabelecimento, aos empreendedores, de que para barragens com necessidade de ter PAEBM, até 15 de dezembro de 2020, devem ser instalados, fora da mancha de inundação, sistemas automatizados de acionamento de sirenes, além dos manuais, já existentes, sob pena de interdição, como já previsto na Resolução nº 04;
- E) A fixação de novos prazos em relação aos estabelecidos na resolução anterior, como a prorrogação da data limite para descaracterização das barragens “à montante”, conforme sugestão do Ministério Público Estadual de MG, para que as empresas tenham tempo hábil para cumprir a função com o rigor técnico e a segurança necessária;

- F) A determinação de que a pessoa de maior autoridade na governança da companhia deve assinar a DCE, bem como o responsável técnico por sua elaboração, diferente do proposto anteriormente;
- G) A determinação de que empilhamentos drenados construídos por meio de disposição hidráulica dos rejeitos (suscetíveis a liquefação), são agora sujeitos às mesmas obrigações para as barragens “à montante” previstas na Resolução nº 13 e na Portaria nº 70.389;
- H) A exigência, por parte da ANM, de estudos sísmicos da Barragem de Mineração tendo por base a norma da ABNT NBR 13.028.





CAPÍTULO 5

RESULTADOS



5.1 DO PROCESSO JUDICIAL INICIAL

Em Abril de 2019 a assessoria de comunicação social do MPGO emitiu uma nota com pedido na justiça para que empresas de Catalão esvaziem suas barragens de rejeitos. Acionaram as empresas Moissac Fertilizantes P&K Ltda e Copebrás Indústria Ltda, para que promovessem o descomissionamento (desativação) das barragens mantidas pelas mesmas. O promotor de justiça Roni Alvacir Vargas fez o requerimento para a remoção de todos os residentes na Zona de Autossalvamento (ZAS), na qual as empresas se responsabilizariam pela realocação em moradias dignas, com todas as despesas custeadas, até que a obra de descomissionamento das barragens fossem concluídas.

De acordo com o promotor as tragédias de Mariana em 2015, causadas pelo rompimento da barragem da mineradora Samarco e 2019 em Brumadinho, com o rompimento da Barragem da Vale, levou a 3ª Promotoria de Catalão, instaurar inquéritos com fim de apurar as condições de segurança e estabilidade das barragens de rejeitos das empresas de mineração instaladas nos municípios de Catalão e Ovidor. A investigação resultou em classificação de baixo risco, entretanto com alto dano potencial associado, além de impacto ambiental significativo. Uma das pautas defendidas era que tanto a Samarco quanto a Vale, possuíam documentos que atestavam condições de segurança e estabilidade, mas ainda assim vieram a se romper (MPGO, 2019).

“As tragédias de Mariana e Brumadinho nos ensinam que ‘estocar lama e água’ não tem sido uma boa ideia”, afirmou o promotor.

5.1.1 Pedido liminar

Alegando a urgência da situação, foi pedido ao Estado e ao réu, a suspensão imediata dos licenciamentos que autorizam obras de alteamento (elevação) das barragens de rejeitos no município de Catalão. Assim, para Mosaic foi solicitada a suspensão da licença de funcionamento com relação a obra de alteamento, também foi requerida a paralisação da obra e a implantação de medidas técnicas que reduzam o armazenamento de água na barragem. Para a Copebrás, foi solicitada a suspensão da licença de instalação da obra de alteamento da Barragem do Buraco, até a cota de 860 metros, caso tenha sido concedida, ou a proibição da sua concessão. Também foi solicitado a implementação de medidas técnicas que reduzam o armazenamento de água (MPGO, 2019).

Em ambos os casos foi solicitado a implementação com urgência de medidas preventivas de alerta e orientação à população residente na ZAS e na Zona de

Salvamento Secundário (ZSS). Ainda relativo às duas ações, foi requerido que não seja designada audiência de conciliação, tendo em vista que o principal pedido da presente ação consiste no descomissionamento das barragens de rejeitos, proposta recusada pelas empresas extrajudicialmente (MPGO, 2019)

Ao Estado de Goiás, foi solicitado a não autorizar ou licenciar obra de construção de barragem de rejeitos, nem novos alteamentos das barragens de rejeitos. Além de rever, por meio do órgão ambiental, o processo de beneficiamento da rocha fosfática, exigindo o emprego de tecnologia que dispense o armazenamento de rejeitos em barragens. Conforme o promotor, aquele era um momento propício para que o órgão ambiental estadual fizesse uma reanálise quanto às exigências relativas a estes empreendimentos (MPGO, 2019).

5.2 DA INVESTIGAÇÃO JUDICIAL

O objetivo da investigação judicial inicial era voltado a Barragem do Buraco e a Barragem de Macaúbas (armazena apenas água), pertencente a Copebrás, entretanto se expandiu para Mosaic (no processo inicial ainda era da Vale), referentes às Barragens BR e BM, dique de finos do Depósito Tamanduá (1, 2 e 3) e Niobrás, com Unidades I(A), IB, II(A) e IIB. A acusação se queixava de eventual irregularidade ambiental quanto a seu funcionamento, solicitando medidas preventivas a acidentes e danos ambientais (MPGO, 2019).

Um dos pontos colocados pelo procurador foi referente às dimensões que serão atingidas em caso de rompimento. Conforme as informações contidas no PAE da Barragem do Buraco, a onda de lama atingiria o córrego Taquara, o ribeirão Ouvidor e após percorrer 40 km, o rio Paranaíba, qual seria o último ponto a ser atingido. Visto que em 2019 a barragem citada armazenava 40.000.000 m³ de rejeitos e 60 m de altura, o promotor argumentou:

“Apenas a título comparativo e para reflexão do potencial dano ambiental, em caso de rompimento da Barragem do Buraco da Copebrás. As barragens de rejeitos rompidas em Mariana e Brumadinho continham, aproximadamente, conforme informado pelas empresas, 45 milhões de m³ e 12 milhões de m³ de rejeitos” (MPGO, 2019).

Até 2019, a Copebrás informou que a Barragem do Buraco, possuía 11 alteamentos, que foram realizados com os rejeitos ciclados, com estrutura de terra homogênea, teve o dique de partida na elevação de 810 m.

- Até a elevação 837,50 m: foram realizados 7 alteamentos, pelo método de jusante, utilizando rejeitos de flotação compactados. Em cada etapa, o maciço de coroamento acima da crista da etapa anterior foi executado com solo do tipo impermeável, formando um núcleo, criando assim uma barragem zoneada, com solo impermeável a montante e rejeitos de flotação a jusante.

- Até a elevação 850 m: foram realizados 3 alteamentos com outro método construtivo de barragem, por linha de centro.
- Até a elevação 855 m: foi realizado 1 alteamento a montante, onde estava a crista no início do processo judicial.

O terreno em que esta estrutura foi feita é composto por solo coluvionarargilo-siltoso, com pedregulhos dispersos, com espessura média de 2 metros, sobreposto ao solo residual que se mostra siltoso nos níveis superiores, passando a areia fina siltosa em profundidade, micáceo, medianamente compacto nos níveis siltosos, e compacto a muito compacto nos níveis mais arenosos, em profundidade. O solo residual apresenta espessura relativamente pequena sob o maciço (entre 6 e 10 m), passando de um solo friável com intercalações de rocha alterada para rocha sã em profundidade (MPGO, 2019).

Uma das grandes preocupações do inquérito foi referente a aprovação de projeto de alteamento pelo método linha de centro, previsto para 2021, com elevação até 860 m, conferindo capacidade de armazenar até 57 milhões de m³ de rejeitos. Teve declaração de estabilidade feita pela empresa Geoestável Consultoria e Projetos, atestando a seguridade e verificação de equipamentos e instrumentação. Contudo, na vistoria realizada pela ANM em 2016, a mesma declarou que:

- Barragem de Rejeitos da Copebrás possui classificação C, pois, apresenta alto dano potencial associado e baixo risco;
- Alto dano potencial associado: o volume total do reservatório é considerado muito grande; existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, portanto, vidas humanas podem ser atingidas;
- Impacto ambiental: é muito significativo, porque a barragem armazena rejeitos classificados como Classe I – Perigosos, segundo a NBR 10004 da ABNT;
- Impacto socioeconômico: é alto, pois, existe alta concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura na área afetada a jusante da barragem.

Agravando mais a situação, além de fazer uso do método a montante, a empresa armazena água para utilização no processo industrial, conforme descrito na PAE, a finalidade da barragem é contenção de rejeitos e recirculação de água. Está condição potencializa o risco de dano, pois mantém a alta umidade dos rejeitos, criando um misto de barragem, de rejeito com barragem de água, causando o processo de liquefação. Em caso de acidente, 32 propriedades seriam afetadas, contendo 55 pessoas, na qual 46 são residentes nas mesmas (MPGO, 2019).

Nesse sentido o Centro Técnico Ambiental da Polícia Militar de Goiás fez fiscalização nas empresas Nióbras e Copebrás, no relatório ficou recomendado que as

empresas necessitam realizar alguns procedimentos, implementar equipamentos, além de adotar medidas preventivas e reparadoras (MPGO, 2019):

1. Instalação de equipamentos automatizados para medição do nível de água nos diques de contenção da barragem de rejeitos, mantendo os métodos manuais como “método de contraprova”;
2. Instalação de inclinômetros, como forma de monitorar a inclinação do talude de rejeito;
3. Instalação de câmeras térmicas para realizar o monitoramento dos taludes, como forma de identificar com maior precisão a existência de alguma infiltração ou alteração no solo compactado;
4. Realizar o tratamento do efluente antes de ser depositado na barragem de rejeito, com inclusão de filtros ou até mesmo estação de tratamento para esses resíduos, pois a Barragem do Buraco não conta com sistema de impermeabilização.
5. Realizar o tratamento da água oriunda de todo dreno existente na barragem “do Buraco”, inclusive do seu dreno de fundo, antes lançá-la no curso d’água;
6. Realizar análise do lençol freático e sistemática do Córrego Taquara, Macaúba e Córrego Fundo, além de outros mananciais existentes na região, como forma de identificar irregularidades e manter o padrão de qualidade da água;
7. Promover análise do solo, bem como da fauna presente na região. Além disso, é importante a análise da flora aquática (macrófitas) presente na barragem “do Buraco”, bem como a sua remoção. Com isso, é possível controlar possíveis alterações no ecossistema local;
8. Utilizar exclusivamente, o reservatório existente em frente à barragem “do Buraco”, na Niobrás, para a coleta da água pluvial. Dessa forma, sugere-se que todo o resíduo oriundo da lavagem de veículos ou de equipamentos, bem como as demais substâncias contaminantes existentes, sejam descartados em locais adequados;
9. Desenvolver e aplicar ações corretivas englobando todas as inconformidades detectadas no Laudo de Estabilidade das barragens, apresentado pela empresa Geoestável Consultoria e Projetos, conforme foi apontado anteriormente;
10. Inspeccionar frequentemente a operacionalidade de todos os instrumentos de segurança e, aumentar o número de piezômetros e Indicadores de Níveis de Água em todas barragens existentes;
11. Desenvolver um plano de ação na Zona de Auto Salvamento - ZAS, com a simulação de resgate da população que poderia ser afetada no caso de um possível rompimento da barragem;
12. Retirar as macrófitas aquáticas que cobrem todo o rejeito da Barragem do Buraco, assim como limpar as saídas de drenagem interna, dos medidores de vazão, e do sistema extravasor;
13. Monitorar constantemente a Geomembrana das barragens pertencente à mineradora Niobrás, como forma de identificar possíveis vazamentos e reparar a irregularidade apresentada;
14. Observar o que prescreve o art. 29 da Resolução 4/2019, editada pela Agência Nacional de Mineração, para que não seja realizado qualquer tipo de construção ou alteamento de barragem denominado “a montante”.

5.2.1 Decisão Judicial

O processo iniciado no MPGO, foi levado ao MPF como o procurador havia solicitado, tratado pela 4ª Câmara de Coordenação e Revisão- Meio Ambiente e Patrimônio Cultural, com audiências nos anos de 2019 e 2020. Na decisão judicial das barragens da Moissac (BM e BR), Copebrás (Buraco e Macaúbas) e Nióbras (Unidades IA, IB, IIA e IIB) ficou decidido que as empresas deveriam adotar algumas medidas complementares, em observância ao princípio de prevenção. Se deu pela realização de diligências perante à empresa e aos órgãos públicos competentes, para verificar (MPF, 2020):

- a) a segurança em razão das características das obras de barramento, do método de construção/alteamento e, quando cabível, do risco e do dano potencial associado de que trata a Lei 12.334/2010, notadamente após o dia 26/01/2019, data do rompimento da Barragem B1 do Complexo da Mina Córrego Feijão, no Município de Brumadinho/MG;
- b) o atendimento às disposições da ANM, especialmente à Resolução ANM nº 13/2019 ou às disposições da Aneel e da ANA, a depender do caso;
- c) se os estudos de dam break e o mapeamento das manchas de inundação estão atualizados e atendem às exigências normativas em vigor, bem como se foram calculados especificamente para o volume e densidade do material armazenado, consideram a precipitação com recorrência milenar no projeto das estruturas e verificam o comportamento para a recorrência decamilenar;
- d) o patrimônio cultural, material e imaterial situado na área de inundação, determinando-se a elaboração de planos executivos para a proteção/resgate/salvaguarda e a efetiva vigilância e proteção dos bens;
- e) se as sugestões de atuação elencadas na NT 4ª CCR nº 01/2020, anexada aos autos, foram observadas;
- f) exigir a publicidade das informações;
- g) o emprego de quaisquer outras medidas que entender cabíveis para a garantia da segurança socioambiental e do patrimônio cultural nas áreas afetadas;
- h) não promover o arquivamento dos procedimentos instaurados no âmbito do MPF para acompanhamento de barragens de rejeitos de mineração construídas pelo método de alteamento a montante (ou desconhecido) até a descaracterização ou descomissionamento total da barragem, declaração da ANM ou do órgão licenciador de que tal barragem não mais oferece risco de ruptura e exclusão do cadastro, em razão dos graves danos causados à população provenientes destes métodos de construção.

Algumas considerações adicionais foram evidenciadas quanto às Barragem do Buraco, Barragem de Macaúbas e Unidades (IA, IB, IIA e IIB). A Copebrás cumpriu as exigências feitas pela ANM no decorrer dos autos, esses documentos constavam o Relatório de Revisão Periódica de Segurança de Barragem e da última Declaração de Condição de Estabilidade (DCE) da Barragem do Buraco, ambos os documentos datados de 20/03/2018, de Relatório de Implantação do Sistema de Monitoramento

e Alerta de Emergência e Projeto CFTV, que evidencia a instalação e implementação do sistema de videomonitoramento das estruturas, do Sistema de Alerta e de Salva-mento na ZAS (MPF, 2019).

Quanto as Unidades da Nióbras, a fiscalização fez algumas exigências (a) apre-sentar estudo com definição da Zona de Autossalvamento (ZAS) para Unidade I; (b) instalar o sistema de alarme diurno de monitoramento das barragens; (c) instalar o sistema de alarme e alerta na ZAS, definida em um Plano de Ação de Emergência de Barragem de Mineração (PAEBM); (d) implantar identificação de instrumentos de auscultação com placas metálicas; (e) realizar Revisão Periódica de Segurança de Barragens (RPSB); (f) elaborar e apresentar projeto técnico de engenharia com proposta de proteção definitiva contra possíveis rupturas das tubulações de adução de água de recirculação e polpa de rejeitos posicionadas sobre os taludes de jusante dos Reservatórios 1A e 1B; e (g) comprovar a entrega física do Plano de Ação de Emergência de Barragem de Mineração. A ANM informou que essas exigências foram cumpridas pela requerida, além de ter instalado alguns itens não solicitados como Sistema de Monitoramento e Alerta de Emergência nas Barragens 1A, 2A, 1B e 2B; e o sistema de identificação de instrumentos de auscultação. Foi exigido também que a empresa determinasse com exatidão a nomenclatura das barragens, conforme consta no SIGBM (MPF, 2019).

Foi colocado em questão que a Barragem de Macaúbas possui licença ambiental de operação aprovada pela SECIMA-GO desde 09/05/2006 e consta na atualização do PAE – Plano de Aproveitamento Econômico dos processos ANM 801.560/1968 e 804.513/1968, aprovado pelo em 24/10/2014 como Barragem de Rejeitos. Entre-tanto, nos últimos anos a empresa não tem depositado rejeitos nessa estrutura, uti-lizando-a apenas para armazenamento de água. apesar de não ser utilizada como depósito de rejeito, a titular Copebrás mantém todos os procedimentos e requisitos legais de segurança, controle e monitoramento, conforme determina a legislação específica para barragem de rejeitos (Portaria nº 70.389, de 17 de maio de 2017). A ANM-GO, solicitou que a empresa descadastrasse a barragem do SIGBM, até que efetivamente utilizasse-a como depósito de rejeito a curto prazo, onde a mesma só voltará ao sistema quando necessário (MPF, 2019).

5.2.2 Barragem BM

As informações sobre a disposição dos rejeitos na barragem mostram que o reservatório não possui estrutura interna selante, armazena sedimentos e não é ali-mentada por usina (tabela4).

Tabela 4 - Disposição dos rejeitos na Barragem BM.

Disposição de Rejeitos com Barramento	
Tipo de Barragem de Mineração	Barragem/Barramento/Dique
A Barragem de Mineração possui outra estrutura de mineração interna selante de reservatório?	Não
A barragem de mineração possui Back Up Dam?	Não
Situação Operacional	Em Operação
Vida útil prevista da Barragem (anos)	Sem informação
Estrutura com o Objetivo de Contenção	Sedimentos
Barragem de mineração é alimentado por usina?	Não

Fonte: Adaptado de SIGBM (2021).

Por ser uma barragem que armazena apenas sedimentos (tabela 5), ela fica desobrigada a informar a ANM sobre o tipo de rejeito armazenado.

Tabela 5 - Tipo de rejeito armazenado na Barragem BM.

Tipo de Rejeito Armazenado	
Minério principal presente no reservatório	Esta Barragem é uma estrutura com o objetivo de contenção de Sedimentos, por este motivo, está desobrigada a informar sobre o Tipo de rejeito armazenado.
Processo de beneficiamento	
A Barragem armazena rejeitos/resíduos que contenham Cianeto?	
Teor(%) do minério principal inserido no rejeito	
Outras substâncias minerais presentes no reservatório e seu teor	

Fonte: Adaptado de SIGBM (2021)

O empreendimento foi realizado em etapa única, pelo método a jusante, por isso a altura do projeto final é o mesmo da altura atual, de 28 metros e comprimento da crista com 610 metros (tabela 6), compondo uma área de reservatório com 1.500.000,000 m³, construída sobre solo residual/aluvião, com material de construção feito de terra/enrocamento

Tabela 6 - Características técnicas da barragem BM

Características Técnicas			
Altura máxima do projeto licenciado (m)	28	Tipo de fundação	Solo residual / Aluvião
Altura máxima atual (m)	28	Vazão de projeto	Milénar
Comprimento da crista do projeto (m)	610,00	Método construtivo da barragem	Alteamento a jusante
Comprimento atual da crista (m)	610,00	Tipo de alteamento	Etapa Única
Descarga máxima do vertedouro (m ³ / seg)	4,09	Tipo de auscultação	Existe instrumentação testada e calibrada, sem necessidade de reparos e de acordo com o projeto
Área do reservatório (m ²)	1.500.000,00		
Tipo de barragem quanto ao material de construção	Terra / Enrocamento	A Barragem de Mineração possui Manta Impermeabilizante	Não

Fonte: Adaptado de SIGBM (2021)

A última vistoria foi feita no dia 22/09/2021, nela foi analisada a confiabilidade das estruturas, a percolação está totalmente controlada pelo sistema de drenagem. As estruturas estão bem mantidas, sem a necessidade de estruturas extravasoras (tabela 7), não apresentou deformações e recalques, o que poderia comprometer a segurança da barragem.

Tabela 7 - Confiabilidade das estruturas extravasoras da barragem BM

Confiabilidade das estruturas extravasora	
Data da última Vistoria de Inspeção Regular	22/09/2021
Confiabilidade das estruturas extravasora	Estruturas civis bem mantidas e em operação normal / barragem sem necessidade de estruturas extravasoras
Percolação	Percolação totalmente controlada pelo sistema de drenagem
Deformações e recalque	Não existem deformações e recalques com potencial de comprometimento da segurança da estrutura
Deteriorização dos taludes / paramentos	Não existe deterioração de taludes e paramentos

Fonte: Adaptado de SIGBM (2021)

A barragem possui um profissional qualificado com a segurança da barragem, possui PAE e as cópias do PAEBM são enviadas para prefeituras e defesa civil (tabela 8), além de emitir constantemente relatórios de inspeção e monitoramento com base na instrumentação e na análise de segurança.

Tabela 8 - Plano de segurança da Barragem BM

Plano de Segurança	
Documentação de projeto	Projeto executivo ou "como construído"
Estrutura organizacional e qualificação técnica dos profissionais na equipe de Segurança da Barragem	Possui unidade administrativa com profissional técnico qualificado responsável pela segurança da barragem
Manuais de Procedimentos para Inspeções de Segurança e Monitoramento	Possui apenas manual de procedimentos de monitoramento
PAE - Plano de Ação Emergencial (quando exigido pelo órgão fiscalizador)	Possui PAE
As cópias físicas do PAEBM foram entregues para as Prefeituras e Defesas Civis municipais e estaduais, conforme exigido pelo art. 31 da Portaria n° 70.389/2017?	Sim
Relatórios de inspeção e monitoramento da instrumentação e de Análise de Segurança	Emite regularmente relatórios de inspeção e monitoramento com base na instrumentação e de Análise de Segurança

Fonte: Adaptado de SIGBM (2021)

O volume do reservatório chegou no seu valor máximo, visto que a barragem foi feita em etapa única, desta forma conta com 1.500.000,00 m³. Não se tem população residindo a jusante da barragem, entretanto conta com rodovias e empreendimentos que eventualmente podem conter pessoas (tabela 9). O impacto ambiental seria insignificante, pois a área a jusante da barragem se encontra descaracterizada das suas condições naturais. Assim como o impacto socioeconômico baixo, pois as concentrações de instalações residenciais, industriais, infraestrutura e agrícolas são mínimas.

Tabela 9 - Dano potencial associado da Barragem BM

Dano Potencial Associado	
Volume de projeto licenciado do Reservatório (m³)	1.500.000,00
Volume atual do Reservatório (m³)	1.500.000,00
Existência de população a jusante	Frequente (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)
Número de pessoas possivelmente afetadas a jusante em caso de rompimento da barragem	Sem informações
Impacto ambiental	Insignificante (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 10004/2004 da ABNT)
Impacto sócio-econômico	BAIXO (Existe pequena concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura de relevância sócio-econômico-cultural na área afetada a jusante da barragem)

Fonte: Adaptado de SIGBM (2021)

5.2.3 Barragem BR

Essa barragem tem vida útil prevista para 10 anos, o objetivo dela é no armazenamento de rejeitos, sendo alimentada pela usina Chapadão (tabela 10). Não conta com estrutura interna selante de reservatório, nem Back Up Dam.

Tabela 10 - Disposição de rejeito na Barragem BR

Disposição de Rejeitos com Barramento	
Tipo de Barragem de Mineração	Barragem/Barramento/Dique
A Barragem de Mineração possui outra estrutura de mineração interna selante de reservatório?	Não
A barragem de mineração possui Back Up Dam?	Não
Situação Operacional	Em Operação
Vida útil prevista da Barragem (anos)	10
Estrutura com o Objetivo de Contenção	Rejeitos
Barragem de mineração é alimentado por usina?	Sim, Chapadão

Fonte: Adaptado de SIGBM (2021)

O principal minério presente no reservatório é o fosfato, que passa por processos de beneficiamento, com britagem, moagem e peneiramento (tabela 11). O teor do minério inserido no rejeito é de 0,01 %.

Tabela 11 - Tipo de rejeito armazenado na Barragem BR

Tipo de Rejeito Armazenado	
Minério principal presente no reservatório	Fosfato
Processo de beneficiamento	Sim. Britagem / Moagem, Peneiramento e Outros
A Barragem armazena rejeitos/resíduos que contenham Cianeto?	Não
Teor(%) do minério principal inserido no rejeito	0,01
Outras substâncias minerais presentes no reservatório e seu teor	Sem informações

Fonte: Adaptado de SIGBM (2021)

A estrutura é realizada com alteamento contínuo, pelo método linha de centro. A altura do projeto final é a mesma da altura atual, 56 metros. Enquanto o comprimento da crista em projeto é de 1.072,00 metros e atualmente está em 1.040,00 metros. Conta com área de reservatório de 695.000,00 m³ com descarga máxima do vertedouro de 45,3 m³/seg (tabela 12). A fundação foi feita em rocha alterada/saprolito, construída com terra/ enrocamento.

Tabela 12 - Características técnicas da Barragem BR

Características Técnicas			
Altura máxima do projeto licenciado (m)	56	Tipo de fundação	Rocha alterada / Saprolito
Altura máxima atual (m)	56	Vazão de projeto	TR = 500 anos
Comprimento da crista do projeto (m)	1.072,00	Método construtivo da barragem	Alteamento por linha de centro
Comprimento atual da crista (m)	1.040,00	Tipo de alteamento	Contínuo
Descarga máxima do vertedouro (m ³ / seg)	45,3	Tipo de auscultação	Existe instrumentação testada e calibrada, sem necessidade de reparos e de acordo com o projeto técnico.
Área do reservatório (m ²)	695.000,00		
Tipo de barragem quanto ao material de construção	Terra / Enrocamento	A Barragem de Mineração possui Manta Impermeabilizante	Não

Fonte: Adaptado de SIGBM (2021)

A última vistoria foi realizada no dia 22/09/2021, constatou que as estruturas civis estão bem mantidas e em operação normal, sem a necessidade de estruturas extravasoras. Quanto à percolação, tem umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes e as ombreiras estão estáveis e monitoradas (tabela 13). Não há deterioração de talude e paramentos, ou deformações e recalques que podem comprometer a segurança da barragem.

Tabela 13 - Confiabilidade das estruturas extravasoras da Barragem BR

Confiabilidade das estruturas extravasora	
Data da última Vistoria de Inspeção Regular	22/09/2021
Confiabilidade das estruturas extravasora	Estruturas civis bem mantidas e em operação normal / barragem sem necessidade de estruturas extravasoras
Percolação	Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes e ombreiras estáveis e monitorados
Deformações e recalque	Não existem deformações e recalques com potencial de comprometimento da segurança da estrutura
Deteriorização dos taludes / paramentos	Não existe deterioração de taludes e paramentos

Fonte: Adaptado de SIGBM (2021)

Conta com profissional qualificado, manuais de procedimentos para inspeção, monitoramento e operação. Possui PAE e faz envio do PAEBM para prefeituras e defesa civil. Os relatórios de inspeção e monitoramento são emitidos regularmente, baseados na instrumentação e nas análises de segurança (tabela 14).

Tabela 14 - Plano de segurança da Barragem BR

Plano de Segurança	
Documentação de projeto	Projeto executivo ou "como construído"
Estrutura organizacional e qualificação técnica dos profissionais na equipe de Segurança da Barragem	Possui unidade administrativa com profissional técnico qualificado responsável pela segurança da barragem
Manuais de Procedimentos para Inspeções de Segurança e Monitoramento	Possui manuais de procedimentos para inspeção, monitoramento e operação
PAE - Plano de Ação Emergencial (quando exigido pelo órgão fiscalizador)	Possui PAE
As cópias físicas do PAEBM foram entregues para as Prefeituras e Defesas Cíveis municipais e estaduais, conforme exigido pelo art. 31 da Portaria nº 70.389/2017?	Sim
Relatórios de inspeção e monitoramento da instrumentação e de Análise de Segurança	Emite regularmente relatórios de inspeção e monitoramento com base na instrumentação e de Análise de Segurança

Fonte: Adaptado de SIGBM (2021)

O volume do reservatório no projeto licenciado é de 80.000.000,00 m³, onde o volume atual está em 32.000.000,00 m³. Caso a barragem se rompa de 1-100 pessoas podem ser afetadas, pois existem pessoas ocupando a área a jusante da barragem. O impacto ambiental é pouco significativo, pois a área a jusante não apresenta área de interesse ambiental relevante ou protegida em legislação específica (tabela 15). O impacto socioeconômico é baixo, por ter uma concentração pequena de instalações a jusante da barragem.

Tabela 15 - Dano potencial associado da Barragem BR

Dano Potencial Associado	
Volume de projeto licenciado do Reservatório (m ³)	80.000.000,00
Volume atual do Reservatório (m ³)	32.000.000,00
Existência de população a jusante	Existente (Existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, portanto, vidas humanas poderão ser atingidas)
Número de pessoas possivelmente afetadas a jusante em caso de rompimento da barragem	1-100
Impacto ambiental	Pouco Significativo (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 10004/2004 da ABNT)
Impacto sócio-econômico	BAIXO (Existe pequena concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura de relevância sócio-econômico-cultural na área afetada a jusante da barragem)

Fonte: Adaptado de SIGBM (2021)

5.2.4 Unidade IB

A barragem atualmente está em operação, é uma estrutura que tem como objetivo a contenção de rejeitos, alimentada pelas usinas de Chapadão, BVFR e Tailings (tabela 28). Não apresenta Back Up Dam e estrutura selante de reservatório.

Tabela 28 - Disposição de rejeitos da Barragem Unidade IB

Disposição de Rejeitos com Barramento	
Tipo de Barragem de Mineração	Barragem/Barramento/Dique
A Barragem de Mineração possui outra estrutura de mineração interna selante de reservatório?	Não
A barragem de mineração possui Back Up Dam?	Não
Situação Operacional	Em Operação
Vida útil prevista da Barragem (anos)	Sem informações
Estrutura com o Objetivo de Contenção	Rejeitos
Barragem de mineração é alimentado por usina?	Sim, Chapadão, BVFR e Tailings

Fonte: Adaptado de SIGBM (2021).

O principal minério encontrado no reservatório é o nióbio. Os minérios passam por processo de britagem, moagem e tratamento químico, utilizando ácido fluossilícico, ácido clorídrico, soda cáustica e espumante (tabela 29). O minério que vai para o rejeito tem o teor de 0,5%, onde outras substâncias também estão presentes, como a barita (10%) e titânio (8%).

Tabela 29 - Tipo de rejeito armazenado na Barragem Unidade IB

Tipo de Rejeito Armazenado	
Minério principal presente no reservatório	Minério de Nióbio
Processo de beneficiamento	Sim. Britagem / Moagem e Químico
Produtos químicos utilizados	Ácido Fluossilícico Ácido Clorídrico Soda Cáustica Espumante
A Barragem armazena rejeitos/resíduos que contenham Cianeto?	Não
Teor(%) do minério principal inserido no rejeito	0,5
Outras substâncias minerais presentes no reservatório e seu teor	Barita(10%) Titânio (8%)

Fonte: Adaptado de SIGBM (2021)

O método de alteamento utilizado foi a montante, feito de forma contínua. A altura máxima licenciada é de 31 metros, a qual se encontra atualmente. Alcançou o comprimento máximo da crista licenciada, com 565,00 metros em uma área de 160.000,00 m². A barragem foi construída com material de terra e enrocamento, em uma fundação formada por aluvião arenoso espesso, solo orgânico e rejeito (tabela

30). A barragem possui manta impermeabilizante, instrumentação testada e calibrada, de acordo com o projeto técnico, dispensando a necessidade de reparos.

Tabela 30 - Características técnicas da Barragem Unidade IB

Características Técnicas			
Altura máxima do projeto licenciado (m)	31	Tipo de fundação	Aluvião arenoso espesso / Solo orgânico / Rejeito / Desconhecido
Altura máxima atual (m)	31	Vazão de projeto	CMP (Cheia Máxima Provável) ou Decamilenar
Comprimento da crista do projeto (m)	565,00	Método construtivo da barragem	Alteamento a montante ou desconhecido
Comprimento atual da crista (m)	565,00	Tipo de alteamento	Contínuo
Descarga máxima do vertedouro (m³ / seg)	0	Tipo de auscultação	Existe instrumentação testada e calibrada, sem necessidade de reparos e de acordo com o projeto técnico.
Área do reservatório (m²)	160.000,00		
Tipo de barragem quanto ao material de construção	Terra / Enrocamento	A Barragem de Mineração possui Manta Impermeabilizante	Sim

Fonte: Adaptado de SIGBM (2021)

Na vistoria de inspeção regular feita em 21/09 de 2021, foi averiguado que há confiabilidade na estrutura, pois não existem deformações e recalques com potencial de comprometimento da segurança. A percolação é controlada pelo sistema de drenagem. As estruturas civis estão bem mantidas, sem necessidade de estruturas extravasoras (tabela 31). Entretanto há falhas na proteção dos taludes e paramentos, com a presença de vegetação arbustiva.

Tabela 31 - Confiabilidade das estruturas extravasoras da Barragem Unidade IB

Confiabilidade das estruturas extravasora	
Data da última Vistoria de Inspeção Regular	21/09/2021
Confiabilidade das estruturas extravasora	Estruturas civis bem mantidas e em operação normal / barragem sem necessidade de estruturas extravasoras
Percolação	Percolação totalmente controlada pelo sistema de drenagem
Deformações e recalque	Não existem deformações e recalques com potencial de comprometimento da segurança da estrutura
Deteriorização dos taludes / paramentos	Falhas na proteção dos taludes e paramentos, presença de vegetação arbustiva

Fonte: Adaptado de SIGBM (2021)

A barragem possui profissional técnico qualificado que é responsável pela segurança da barragem. Tem apenas o manual de procedimentos de inspeção. Conta com PAE, na qual envia cópias físicas do PAEBM para prefeituras da região e de-

fesa civil. Faz a emissão regular apenas de relatórios de inspeção e monitoramento (tabela 32).

Tabela 32 - Plano de segurança da Barragem Unidade IB

Plano de Segurança	
Documentação de projeto	Projeto "como está"
Estrutura organizacional e qualificação técnica dos profissionais na equipe de Segurança da Barragem	Possui unidade administrativa com profissional técnico qualificado responsável pela segurança da barragem
Manuais de Procedimentos para Inspeções de Segurança e Monitoramento	Possui apenas manual de procedimentos de inspeção
PAE - Plano de Ação Emergencial (quando exigido pelo órgão fiscalizador)	Possui PAE
As cópias físicas do PAEBM foram entregues para as Prefeituras e Defesas Cíveis municipais e estaduais, conforme exigido pelo art. 31 da Portaria nº 70.389/2017?	Sim
Relatórios de inspeção e monitoramento da instrumentação e de Análise de Segurança	Emite regularmente APENAS relatórios de inspeção e monitoramento

Fonte: Adaptado de SIGBM (2021).

O volume do projeto licenciado é de 2.920.000,00 m³ e o volume atual do reservatório é de 1.587.721,29 m³. Há presença de residentes ocupando a área afetada em caso de rompimento, aproximadamente 100 pessoas, desta forma, vidas podem ser perdidas. O impacto socioeconômico é médio, existe uma concentração moderada de instalações residenciais, agrícolas, industriais e de infraestrutura (tabela 33). O impacto ambiental é classificado como muito significativo, pois a barragem armazena rejeitos classificados na classe IIA da NBR 10004/2004.

Tabela 33 - Dano potencial associado da Barragem Unidade IB

Dano Potencial Associado	
Volume de projeto licenciado do Reservatório (m ³)	2.920.000,00
Volume atual do Reservatório (m ³)	1.587.721,29
Existência de população a jusante	Existente (Existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, portanto, vidas humanas poderão ser atingidas)
Número de pessoas possivelmente afetadas a jusante em caso de rompimento da barragem	1-100
Impacto ambiental	Muito Significativo (Barragem armazena rejeitos ou resíduos sólidos classificados na Classe II A - Não Inertes, segundo a NBR 10004/2004)
Impacto sócio-econômico	MÉDIO (Existe moderada concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura de relevância sócio-econômico-cultural na área afetada a jusante da barragem)

Fonte: Adaptado de SIGBM (2021)

5.2.5 Unidade IIA

A barragem atualmente está em operação, é uma estrutura que tem como objetivo a contenção de rejeitos, alimentada pelas usinas de Chapadão, BVFR e Tailings. Não apresenta Back Up Dam e estrutura selante de reservatório (tabela 34).

Tabela 34 - Disposição de rejeito da Barragem Unidade IIA

Disposição de Rejeitos com Barramento	
Tipo de Barragem de Mineração	Barragem/Barramento/Dique
A Barragem de Mineração possui outra estrutura de mineração interna selante de reservatório?	Não
A barragem de mineração possui Back Up Dam?	Não
Situação Operacional	Em Operação
Vida útil prevista da Barragem (anos)	Sem informação
Estrutura com o Objetivo de Contenção	Rejeitos
Barragem de mineração é alimentado por usina?	Sim, Chapadão, BVFR e Tailings

Fonte: Adaptado de SIGBM (2021)

O principal minério encontrado no reservatório é o nióbio. Os minérios passam por processo de britagem, moagem e tratamento químico, utilizando ácido fluossilícico, ácido clorídrico e soda cáustica (tabela 35). O minério que vai para o rejeito tem o teor de 0,5%, onde outras substâncias também estão presentes, como a barita (10%) e titânio (8%).

Tabela 35 - Tipo de rejeito armazenado na Barragem Unidade IIA

Tipo de Rejeito Armazenado	
Minério principal presente no reservatório	Minério de Nióbio
Processo de beneficiamento	Sim. Britagem / Moagem e Químico
Produtos químicos utilizados	Ácido Fluossilícico Ácido Clorídrico Soda Cáustica
A Barragem armazena rejeitos/resíduos que contenham Cianeto?	Não
Teor(%) do minério principal inserido no rejeito	0,5
Outras substâncias minerais presentes no reservatório e seu teor	Barita(10%) Titânio (8%)

Fonte: Adaptado de SIGBM (2021)

O método de alteamento utilizado foi a jusante, feito de forma contínua. A altura máxima licenciada foi de 25 metros, altura a qual se encontra atualmente. Alcançou o comprimento máximo da crista licenciada, com 2.401,00 metros em uma área de 365.000,00 m². A barragem foi construída com material de terra e enrocamento, em uma fundação formada por solo residual e aluvião (tabela 36). A barragem possui manta impermeabilizante, instrumentação testada e calibrada, de acordo com o projeto técnico.

Tabela 36 - Características técnicas da Barragem Unidade IIA.

Características Técnicas			
Altura máxima do projeto licenciado (m)	25	Tipo de fundação	Solo residual / Aluvião
Altura máxima atual (m)	25	Vazão de projeto	CMP (Cheia Máxima Provável) ou Decamilenar
Comprimento da crista do projeto (m)	2.401,00	Método construtivo da barragem	Alteamento a jusante
Comprimento atual da crista (m)	2.401,00	Tipo de alteamento	Contínuo
Descarga máxima do vertedouro (m³ / seg)	0	Tipo de auscultação	Existe instrumentação testada e calibrada, sem necessidade de reparos e de acordo com o projeto técnico.
Área do reservatório (m²)	365.000,00		
Tipo de barragem quanto ao material de construção	Terra / Enrocamento	A Barragem de Mineração possui Manta Impermeabilizante	Sim

Fonte: Adaptado de SIGBM (2021)

Na vistoria de inspeção regular feita em 21/09 de 2021, foi averiguado que há confiabilidade na estrutura, pois não existem deformações e recalques com potencial de comprometimento da segurança (tabela 37). A percolação é controlada pelo sistema de drenagem. As estruturas civis estão bem mantidas, sem necessidade de estruturas extravasoras. Entretanto há falhas na proteção dos taludes e paramentos, com a presença de vegetação arbustiva.

Tabela 37 - Confiabilidade das estruturas extravasoras da Barragem Unidade IIA.

Confiabilidade das estruturas extravasora	
Data da última Vistoria de Inspeção Regular	21/09/2021
Confiabilidade das estruturas extravasora	Estruturas civis bem mantidas e em operação normal / barragem sem necessidade de estruturas extravasoras
Percolação	Percolação totalmente controlada pelo sistema de drenagem
Deformações e recalque	Não existem deformações e recalques com potencial de comprometimento da segurança da estrutura
Deteriorização dos taludes / paramentos	Falhas na proteção dos taludes e paramentos, presença de vegetação arbustiva

Fonte: Adaptado de SIGBM (2021)

A barragem possui profissional técnico qualificado que é responsável pela segurança da barragem. Tem apenas o manual de procedimentos de inspeção. Conta com PAE, na qual envia cópias físicas do PAEBM para prefeituras da região e defesa civil (tabela 38). Faz a emissão regular apenas de relatórios de inspeção e monitoramento.

Tabela 38 - Plano de segurança da Barragem Unidade IIA

Plano de Segurança	
Documentação de projeto	Projeto executivo ou "como construído"
Estrutura organizacional e qualificação técnica dos profissionais na equipe de Segurança da Barragem	Possui unidade administrativa com profissional técnico qualificado responsável pela segurança da barragem
Manuais de Procedimentos para Inspeções de Segurança e Monitoramento	Possui apenas manual de procedimentos de inspeção
PAE - Plano de Ação Emergencial (quando exigido pelo órgão fiscalizador)	Possui PAE
As cópias físicas do PAEBM foram entregues para as Prefeituras e Defesas Cívicas municipais e estaduais, conforme exigido pelo art. 31 da Portaria nº 70.389/2017?	Sim
Relatórios de inspeção e monitoramento da instrumentação e de Análise de Segurança	Emite regularmente APENAS relatórios de inspeção e monitoramento

Fonte: Adaptado de SIGBM (2021)

O volume do projeto licenciado é de 1.900.000,00 m³ e o volume atual do reservatório é de 166.871,25 m³. Há presença de residentes ocupando a área afetada em caso de rompimento, aproximadamente 100 pessoas, desta forma, vidas podem ser atingidas. O impacto socioeconômico é médio, existe uma concentração moderada de instalações residenciais, agrícolas, industriais e de infraestrutura. O impacto ambiental é classificado como muito significativo, pois a barragem armazena rejeitos classificados na classe IIA da NBR 10004/2004 (tabela 39).

Tabela 39 - Dano potencial associado da Barragem Unidade IIA

Dano Potencial Associado	
Volume de projeto licenciado do Reservatório (m ³)	1.900.000,00
Volume atual do Reservatório (m ³)	166.871,25
Existência de população a jusante	Existente (Existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, portanto, vidas humanas poderão ser atingidas)
Número de pessoas possivelmente afetadas a jusante em caso de rompimento da barragem	1-100
Impacto ambiental	Muito Significativo (Barragem armazena rejeitos ou resíduos sólidos classificados na Classe II A - Não Inertes, segundo a NBR 10004/2004)
Impacto sócio-econômico	MÉDIO (Existe moderada concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura de relevância sócio-econômico-cultural na área afetada a jusante da barragem)

Fonte: Adaptado de SIGBM (2021)

5.2.6 Unidade IIB

A barragem atualmente está em operação, é uma estrutura que tem como objetivo a contenção de rejeitos, alimentada pelas usinas de Chapadão, BVFR e Tailings. Tem vida útil prevista de 15 anos. Não apresenta Back Up Dam e estrutura selante de reservatório (tabela 40).

Tabela 40 - Disposição de rejeitos na Barragem Unidade IIB

Disposição de Rejeitos com Barramento	
Tipo de Barragem de Mineração	Barragem/Barramento/Dique
A Barragem de Mineração possui outra estrutura de mineração interna selante de reservatório?	Não
A barragem de mineração possui Back Up Dam?	Não
Situação Operacional	Em Operação
Vida útil prevista da Barragem (anos)	15
Estrutura com o Objetivo de Contenção	Rejeitos
Barragem de mineração é alimentado por usina?	Sim, Chapadão, BVFR e Tailings

Fonte: Adaptado de SIGBM (2021)

O principal minério encontrado no reservatório é o nióbio. Os minérios passam por processo de britagem, moagem e tratamento químico, utilizando ácido fluossilícico, ácido clorídrico, soda cáustica e espumante (tabela 41). O minério que vai para o rejeito tem o teor de 0,5%, onde outras substâncias também estão presentes, como a barita (10%) e titânio (8%).

Tabela 41 - Tipo de rejeito armazenado na Barragem Unidade IIB

Tipo de Rejeito Armazenado	
Minério principal presente no reservatório	Minério de Nióbio
Processo de beneficiamento	Sim. Britagem / Moagem e Químico
Produtos químicos utilizados	Ácido Fluossilícico Ácido Clorídrico Soda Cáustica Espumante
A Barragem armazena rejeitos/resíduos que contenham Cianeto?	Não
Teor(%) do minério principal inserido no rejeito	0,5
Outras substâncias minerais presentes no reservatório e seu teor	Barita(10%) Titânio (8%)

Fonte: Adaptado de SIGBM (2021)

O método de alteamento utilizado foi a jusante, feita em única etapa. A altura máxima licenciada foi de 20 metros, altura a qual se encontra atualmente. Alcançou o comprimento máximo da crista licenciada, com 2.151,40 metros em uma área de 252.392,57 m². A barragem foi construída com material de terra homogênea, em uma fundação formada por aluvião arenoso espesso, solo orgânico e rejeito (tabela

42). A barragem possui manta impermeabilizante, instrumentação testada e calibrada, de acordo com o projeto técnico.

Tabela 42 - Características técnicas da Barragem Unidade IIB

Características Técnicas			
Altura máxima do projeto licenciado (m)	20	Tipo de fundação	Aluvião arenoso espesso / Solo orgânico / Rejeito / Desconhecido
Altura máxima atual (m)	20	Vazão de projeto	CMP (Cheia Máxima Provável) ou Decamilar
Comprimento da crista do projeto (m)	2.151,40	Método construtivo da barragem	Alteamento a jusante
Comprimento atual da crista (m)	2.151,40	Tipo de alteamento	Etapa Única
Descarga máxima do vertedouro (m ³ / seg)	0	Tipo de auscultação	Existe instrumentação testada e calibrada, sem necessidade de reparos e de acordo com o projeto técnico.
Área do reservatório (m ²)	252.392,57		
Tipo de barragem quanto ao material de construção	Terra Homogênea	A Barragem de Mineração possui Manta Impermeabilizante	Sim

Fonte: Adaptado de SIGBM (2021)

A vistoria feita no dia 21/09 de 2021, apontou que as estruturas civis estão bem mantidas e em operação normal, onde a barragem não apresenta necessidade de estruturas extravasoras. A percolação está controlada pelo sistema de drenagem, não apresentando deformações, deterioração e recalques que comprometam a segurança da estrutura (tabela 43).

Tabela 43 - Confiabilidade das estruturas extravasoras da Barragem Unidade IIB

Confiabilidade das estruturas extravasora	
Data da última Vistoria de Inspeção Regular	21/09/2021
Confiabilidade das estruturas extravasora	Estruturas civis bem mantidas e em operação normal / barragem sem necessidade de estruturas extravasoras
Percolação	Percolação totalmente controlada pelo sistema de drenagem
Deformações e recalque	Não existem deformações e recalques com potencial de comprometimento da segurança da estrutura
Deteriorização dos taludes / paramentos	Não existe deterioração de taludes e paramentos

Fonte: Adaptado de SIGBM (2021)

A barragem possui profissional técnico qualificado que é responsável pela segurança da barragem (tabela 44). Tem apenas o manual de procedimentos de monitoramento. Conta com PAE, na qual envia cópias físicas do PAEBM para prefeituras da região e defesa civil. Faz a emissão regular apenas de relatórios de inspeção e monitoramento.

Tabela 44 - Plano de segurança da Barragem Unidade IIB

Plano de Segurança	
Documentação de projeto	Projeto executivo e "como construído"
Estrutura organizacional e qualificação técnica dos profissionais na equipe de Segurança da Barragem	Possui unidade administrativa com profissional técnico qualificado responsável pela segurança da barragem
Manuais de Procedimentos para Inspeções de Segurança e Monitoramento	Possui apenas manual de procedimentos de monitoramento
PAE - Plano de Ação Emergencial (quando exigido pelo órgão fiscalizador)	Possui PAE
As cópias físicas do PAEBM foram entregues para as Prefeituras e Defesas Cíveis municipais e estaduais, conforme exigido pelo art. 31 da Portaria nº 70.389/2017?	Sim
Relatórios de inspeção e monitoramento da instrumentação e de Análise de Segurança	Emite regularmente APENAS relatórios de inspeção e monitoramento

Fonte: Adaptado de SIGBM (2021)

O volume do projeto licenciado é de 2.528.717,00 m³ e o volume atual do reservatório é de 3.454.174,60 m³. O impacto socioeconômico é médio, existe uma concentração moderada de instalações residenciais, agrícolas, industriais e de infraestrutura, porém as casas não são ocupadas permanentemente, entretanto a rodovia pode ser afetada, onde há volume de automóveis circulando, assim podem vir a afetar pessoas, entretanto não se tem um número exato (tabela 45). O impacto ambiental é classificado como muito significativo, pois a barragem armazena rejeitos classificados na classe IIA da NBR 10004/2004.

Tabela 45 - Dano potencial associado da Barragem Unidade IIB

Dano Potencial Associado	
Volume de projeto licenciado do Reservatório (m ³)	2.528.717,00
Volume atual do Reservatório (m ³)	3.454.174,60
Existência de população a jusante	Frequente (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)
Número de pessoas possivelmente afetadas a jusante em caso de rompimento da barragem	Sem informação
Impacto ambiental	Muito Significativo (Barragem armazena rejeitos ou resíduos sólidos classificados na Classe II A - Não Inertes, segundo a NBR 10004/2004)
Impacto sócio-econômico	MÉDIO (Existe moderada concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura de relevância sócio-econômico-cultural na área afetada a jusante da barragem)

Fonte: Adaptado de SIGBM (2021)

5.2.7 Dique de Finos (1, 2, 3) - Depósito Tamanduá

O depósito de Tamanduá é formado por 3 diques, todos estão em operação, o objetivo da estrutura é a contenção de sedimentos, que não são alimentados por usinas. O tempo de vida útil do dique 1 e 3 é de 13 anos, enquanto o dique 2, 25 anos (tabela 26).

Tabela 33 - Disposição de rejeitos dos diques de finos

Disposição de Rejeitos com Barramento	Dique 1	Dique 2	Dique 1
Tipo de Barragem de Mineração	Barragem/Barramento/Dique	Barragem/Barramento/Dique	Barragem/Barramento/Dique
A Barragem de Mineração possui outra estrutura de mineração interna selante de	Não	Não	Não
A barragem de mineração possui Back Up Dam?	Não	Não	Não
Situação Operacional	Em Operação	Em Operação	Em Operação
Vida útil prevista da Barragem (anos)	13	25	13
Estrutura com o Objetivo de Contenção	Sedimentos	Sedimentos	Sedimentos
Barragem de mineração é alimentado por usina?	Não	Não	Não

Fonte: Adaptado de SIGBM (2021)

Por ser uma barragem que tem como objetivo a contenção de sedimentos, fica desobrigada a informar o tipo de rejeito armazenado (tabela 47).

Tabela 47 - Tipo de rejeito armazenado nos diques de finos

Tipo de Rejeito Armazenado	Dique 1 Dique 2 Dique 3
Minério principal presente no reservatório	Esta Barragem é uma estrutura com o objetivo de contenção de Sedimentos, por este motivo, está desobrigada a informar sobre o Tipo de rejeito armazenado.
Processo de beneficiamento	
Produtos químicos utilizados	
A Barragem armazena rejeitos/resíduos que contenham Cianeto?	
Teor(%) do minério principal inserido no rejeito	
Outras substâncias minerais presentes no reservatório e seu teor	

Fonte: Adaptado de SIGBM (2021)

Todos os diques alcançaram a altura máxima licenciada: 7 m (dique 1); 14,8 m (dique 2) e 6 m (dique 3). Assim como o comprimento de crista do projeto que chegou no valor final: 47,00 m (dique 1); 180,00 m (dique 2) e 60 m (dique 3). A descarga máxima do vertedouro por m³/ seg é respectivamente: 40,7 (dique 1); 40,69 (dique 2) e 0,95 (dique 3). A área do reservatório do dique 1 é de 1.500,00 m², dique 2 conta com uma área de 25.390,80 m² e o dique 3 com, 2.929,80 m² (tabela 48). Todos foram

construídos com terra homogênea, em uma fundação formada por solo residual e aluvião. Conta com instrumentação testada e calibrada, sem a necessidade de reparos.

Os diques não se enquadram nas características necessárias para serem inseridas na PNSB, assim não necessitam apresentar a confiabilidade das estruturas extravasoras

Para apresentar o plano de segurança de barragens, é necessário que os diques cumpram algumas características como altura do maciço maior ou igual a 15 m e volume maior ou igual a 3.000.000 m³ (tabela 50). Desta forma ficam isentos de apresentar essa documentação.

Tabela 50 - Plano de segurança dos diques de finos

Plano de Segurança	Dique 1 Dique 2 Dique 3
Documentação de projeto	<p>Segundo o Art. 1º da Lei nº 12.334/2010, as barragens necessitam apresentar pelo menos uma das características abaixo informadas para serem inseridas na Política Nacional de Segurança das Barragens (PNSB):</p> <p>I - Altura do maciço, contada do ponto mais baixo da fundação à crista, maior ou igual a 15 m (quinze metros);</p> <p>II - Capacidade total do reservatório maior ou igual a 3.000.000 m³ (três milhões de metros cúbicos);</p> <p>III - Reservatório que contenha resíduos perigosos conforme normas técnicas aplicáveis;</p> <p>IV - Categoria de Dano Associado, médio ou alto, em termos econômicos, sociais, ambientais ou perda de vidas humanas.</p> <p>De acordo com as características desta Barragem, a mesma não está inserida na PNSB, estando desobrigada legalmente a preencher as informações desta funcionalidade.</p>
Estrutura organizacional e qualificação técnica dos profissionais na equipe de Segurança da Barragem	
Manuais de Procedimentos para Inspeções de Segurança e Monitoramento	
PAE - Plano de Ação Emergencial (quando exigido pelo órgão fiscalizador)	
As cópias físicas do PAEBM foram entregues para as Prefeituras e Defesas Cíveis municipais e estaduais, conforme exigido pelo art. 31 da Portaria nº 70.389/2017?	
Relatórios de inspeção e monitoramento da instrumentação e de Análise de Segurança	

Fonte: Adaptado de SIGBM (2021)

O volume do projeto licenciado para o dique 3 foi de 9.055,00 m³, qual o volume atual é de 10.500,00 m³. O dique 1 já chegou no seu limite licenciado de 10.500,00 m³. A empresa não disponibilizou informações sobre o dique 2 (tabela 51). Não há presença de populações permanentes na área que poderia vir a ser afetada em caso de rompimento, desta forma o impacto socioeconômico é inexistente. O impacto ambiental é pouco significativo, pois a área a ser afetada não apresenta interesse ambiental significativo ou áreas protegidas pela legislação.

Tabela 51 - Dano potencial associado aos diques de fins

Dano Potencial Associado	Dique 1	Dique 2	Dique 3
Volume de projeto licenciado do Reservatório (m³)	10.500,00	Sem informação	9.055,00
Volume atual do Reservatório (m³)	10.500,00	Sem informação	600,00
Existência de população a jusante	Inexistente (Não existem pessoas permanentes/residentes ou temporárias/transitando na área afetada a jusante da barragem)	Sem informação	Inexistente (Não existem pessoas permanentes/residentes ou temporárias/transitando na área afetada a jusante da barragem)
Número de pessoas possivelmente afetadas a jusante em caso de rompimento da barragem	-	Sem informação	-
Impacto ambiental	Pouco Significativo (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 10004/2004 da ABNT)	Sem informação	Pouco Significativo (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 10004/2004 da ABNT)
Impacto sócio-econômico	Inexistente (Não existem quaisquer instalações na área afetada a jusante da barragem)	Sem informação	Inexistente (Não existem quaisquer instalações na área afetada a jusante da barragem)

Fonte: Adaptado de SIGBM (2021)

De acordo com a classificação nacional de barragens de mineração, todas as barragens e diques estudados estão na categoria de risco baixa. Única barragem que apresenta risco de dano potencial associado médio é a Barragem BM e é classificada como classe todas as outras barragens possuem esse quesito analisado como alto, pertencentes a classe B.



CAPÍTULO 6

DISCUSSÕES



Através dos resultados obtidos foi possível observar que todo processo jurídico deu início após os acidentes ocorridos em Mariana e Brumadinho, Minas Gerais. A investigação inicial instaurou que as barragens apontadas possuíam baixo risco, porém com alto dano potencial associado e dano ambiental significativo. Que mesmo as empresas possuindo toda documentação aprovada pelos órgãos fiscalizadores, alegando segurança e estabilidade, o promotor de justiça insiste em mencionar que a Samarco e Vale também estavam dentro das normas e com a documentação aprovada por fiscais.

“Ninguém em sã consciência pode desconsiderar os possíveis danos causados pela força da água em caso de ruptura da Barragem Macaúbas, motivo pelo qual necessita de especial atenção e acompanhamento (...)”, declarou o promotor (MPGO, 2019).

Nas declarações do promotor como a referida acima, nota-se o tom de medo e a falta de confiança nas autoridades fiscalizadoras, é compreensível o temor de acontecer o mesmo cenário em outros locais com barragens, porém é necessário que se tenha provas de que as barragens apontadas pela acusação possuem dano potencial associado, se não todo processo jurídico não passará de uma apelação baseada em uma reação psicossocial com relação aos desastres.

De acordo com Noal, Rabelo & Chachamovich (2019), no que tange a saúde mental e psicossocial, os desastres são entendidos como interrupções graves do funcionamento cotidiano de uma comunidade que acarretam perdas humanas, materiais, econômicas e ambientais, que excede a capacidade da sociedade afetada fazer frente a situação. Onde a destruição material e desorganização social causada pela destruição ou alteração das redes funcionais, podem provocar transtornos psicossociais muitas vezes mais graves que os danos físicos.

Como foi apresentado, a investigação inicial era apenas sobre a suspensão imediata das licenças que autorizam obras de alteamento das Barragem do Buraco (para 860 m) e Macaúbas, da Copebrás, mas as acusações se queixavam de irregularidade ambiental e de funcionamento nas empresas ao redor, Mosaic e Niobrás, que também se tornaram réus.

Ao MPGO foi solicitado que não abrissem audiência de conciliação e ao Estado, a solicitação de não autorizar, licenciar obras de barragens de rejeitos e alteamentos, que o órgão ambiental estadual realizasse as exigências solicitadas em lei e que o mesmo exigisse o emprego de tecnologias que dispense o armazenamento em barragens. É de grande importância que as leis sejam constantemente atualizadas, para maior seguridade e proteção do meio, entretanto é necessário entender que o processo de não armazenamento de rejeito, pode tornar o negócio inviável econo-

micamente, é válido lembrar que um empreendimento minerário emprega muitos locais, leva renda a lugares e pessoas localizadas longe dos grandes centros urbanos. Assim se faz necessário o questionamento “é válido se opor a um empreendimento que pode agregar tanto à economia local, mesmo existindo métodos de alteamento comprovadamente mais seguros?”

Analisando o histórico apenas da Barragem do Buraco até 2019, é notável que os primeiros 10 alteamentos, foram feitos por métodos seguros, a jusante e por linha de centro, no 11º foram 5 metros a montante, um método barato e pouco seguro. Entretanto, a maior preocupação foi na aprovação do 12º alteamento para chegar aos 860 metros e ter capacidade de 57 milhões de m³ de rejeitos, maior que os 45 milhões de m³ de Mariana. Além da empresa armazenar água para utilização no processo industrial, que na PAE a empresa informa que a finalidade da barragem é contenção de rejeitos e recirculação de água. Neste ponto de armazenar e fazer a recirculação de água em uma barragem que já teve alteamento a montante, com volume de rejeito grande, a empresa pode ter falhado, essa condição mantém a alta umidade dos rejeitos, aumentando a chance de liquefação, gerando um cenário a ser monitorado com frequência e com instrumentação devidamente calibrada

Com este cenário foi proposto pelo promotor o descomissionamento da barragem, mas a empresa protocolou que de acordo com a lei não está obrigada a executar o descomissionamento da barragem. A promotoria não aceitou e invocou o Estado-Juiz, pois de acordo com o promotor a postura do Estado de Goiás é complacente, que estas decisões contribuem para potencialização dos problemas.

No processo judicial levado ao MPF, ficou decidido em audiência que as empresas, Mosaic, Copebrás e Nióbras, necessitavam realizar medidas complementares para prevenção, que além de se adequar às normativas da ANM, incluir e atualizar estudos de dam break, mapeamento das manchas de inundações, calcular o volume e densidade do material armazenado e precipitação do mesmo no meio. Ficou determinado também a elaboração de planos para proteção, resgate, salvaguarda e vigilância, podendo empregar mais medidas que possam aumentar a garantia de segurança. A publicação das informações e monitoramento devem ser atualizadas constantemente e abertas ao público.

O MPF ainda decidiu que não deverá ocorrer arquivamento dos processos de acompanhamento de barragens construídas pelo método de alteamento a montante, até a descaracterização e descomissionamento das barragens obterem declaração da ANM ou órgão licenciador, provando que determinada barragem não oferece mais risco de ruptura.

A Barragem de Macaúbas foi licenciada para depósito de rejeito, mesmo a Copebrás mantendo todos os procedimentos, requisitos de segurança, controle e monitoramento, a justiça através da ANM-GO solicitou que a empresa descedas-trasse a barragem do SIGBM, visto que atualmente armazena apenas água, quando for inserir rejeito poderá fazer o recadastramento da mesma.

Algumas exigências extras foram feitas para Nióbras, como apresentar o estudo da ZAS para Unidade IA, instalar alarme diurno de monitoramento de barragens, instalar o sistema de alarme e alerta na ZAS, inserir identificação de instrumentos de auscultação, realizar constantemente a RPSB, elaborar e apresentar o projeto com proposta de proteção definitiva contra rupturas das tubulações na Unidade IA e IB, fazer a entrega do PAEBM na forma física. As solicitações feitas são critérios e itens básicos para uma barragem de rejeitos, a qual a ANM já confirmou que foram devidamente incluídas.

De acordo com o SIGBM (2021), o cenário atual das barragens é normal e aceitável, com emissão regular dos relatórios de inspeção e monitoramento. A barragem BM foi feita em apenas uma etapa, pelo método a jusante, já alcançou as medidas licenciadas em projeto, por armazenar apenas sedimentos fica desobrigada a informar o tipo de rejeito armazenado, a vistoria aprovou as estruturas, sem deformação, percolação controlada e não apresentou recalque, a instrumentação foi testada e aprovada pelo vistoriador.

Apesar de estar controlada, conta com profissional qualificado com a segurança da barragem, como foi solicitado na audiência, a empresa entrega cópias físicas do PAEBM para prefeituras e defesa civil. O número de pessoas que podem ser afetadas a jusante não foi informado, porém se sabe que existem rodovias e empreendimentos, que eventualmente contam com a presença de pessoas, mas o impacto socioeconômico é baixo. O impacto ambiental é insignificante. Com todas as informações apresentadas é possível notar que as medidas solicitadas foram implementadas na barragem BM, a barragem assim foi classificada como classe C, categoria de risco (CRI) baixo, dano potencial associado médio, devido a eventuais pessoas que podem estar no local no momento de um acidente.

A barragem BR está funcionando em operação normal, sendo alimentada pela usina do Chapadão, com prazo de vida útil estimado em 10 anos. O rejeito armazenado passa por processos de britagem, moagem e peneiramento antes de ser depositado na barragem, para retirada do minério de interesse que é o fosfato, a empresa não relatou outras substâncias que podem ser depositadas juntas com o rejeito. O alteamento ocorre de forma contínua, por linha de centro, entre os métodos anali-

sados se mostrou o melhor. Como fundação uma base de rocha alterada e saprolito, construída com terra e enrocamento.

Na vistoria realizada foi constatado que a barragem já alcançou a altura máxima licenciada de 56 metros, porém a crista ainda não chegou ao comprimento máximo de 1.072,00 metros, está em 1.040,00 metros, em uma área de reservatório de 695.000,00 m², contudo o volume licenciado foi de 80.000.000,00 m³, atualmente ainda está em um volume muito abaixo com 32.000.000,00 m³. Desta forma pode receber uma grande quantia de rejeito.

A instrumentação existente está dentro dos parâmetros, foi testada e calibrada, não necessitou de reparos. Conta com profissional qualificado e especialista em segurança de barragens, além de ter todos os manuais de procedimentos, de inspeção, monitoramento e operação da barragem. Cumpre o solicitado pela justiça que é a entrega de cópias físicas da PAEBM para os órgãos listados. Quanto aos danos, até 100 pessoas poderiam ser afetadas em caso de rompimento da barragem, pois existem pessoas ocupando permanentemente a área a ser afetada, por isso o DPA é inserido como alto, classe B, porém o impacto ambiental segue como pouco significativo e o sócio-econômico como baixo, pois apesar de existir instalações residenciais, agrícolas e industriais, o número é pequeno, se enquadrando como CRI baixa.

Como a justiça ordenou a Copebrás, a barragem de Macaúbas foi retirada do sistema SIGBM, por armazenada até o momento apenas água. Desta forma a empresa responde apenas pela barragem do Buraco, que está em operação normal com vida útil prevista de 8 anos, sendo alimentada todos esses anos pela usina Copebrás. O rejeito armazenado é proveniente de rocha fosfática, que passa pelos processos de beneficiamento para retirar apenas minério com teor acima de 4,79%. Junto ao rejeito, também é encontrado outros minerais como apatita, quartzo e magnetita, em maior volume (40%).

A fundação da barragem foi feita em solo residual e aluvião, construída com material proveniente do próprio rejeito e terra homogênea, o volume do projeto licenciado foi de 57.000.000,00 m³, onde o atual é de 45.000.000,00 m³, dentro de uma área com 1.700.000,00 m², o comprimento da crista está próximo ao do projeto com 2.350,00 m. Apesar de ter passado por vários métodos de alteamento diferentes, incluindo não recomendados como a montante, porém o último foi licenciado e executado pelo método linha de centro, eliminando uma das maiores preocupações da acusação quanto a barragem do Buraco.

Toda instrumentação do local foi testada e calibrada, não necessitou de reparados pois estava de acordo com o projeto técnico, tem unidade administrativa com profissional técnico qualificado responsável pela segurança da barragem, entretanto possui apenas manual de procedimentos de monitoramento, porém não há necessidade de preocupação pois emite regularmente relatórios de inspeção e monitoramento, baseadas na instrumentação de campo e análise de segurança. Cumpre as exigências feitas na audiência, com o envio de cópias da PAEBM.

O número de pessoas que podem ser afetadas em caso de rompimento da barragem é de até 100 pessoas, por isso foi classificado com DPA alto, pois existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante e vidas poderiam ser atingidas, já o CRI é baixa e classe B, pois o impacto ambiental é pouco significativo e o sócio-econômico baixo.

Dentre as barragens da Niobrás, apenas a Unidade IA está desativada, pois atingiu a altura e o comprimento da crista máxima, do projeto licenciado. Contudo ainda é necessário passar pelas vistorias, que apontou não haver deformações e recalques com potencial comprometimento da segurança da barragem. Emite regularmente apenas os relatórios de inspeção e monitoramento, envia as cópias físicas do PAEBM para prefeituras e defesa civil.

As Unidades IB, IIA e IIB, estão em operação normal, todas foram licenciadas para armazenarem rejeitos, são alimentadas pelas usinas de Chapadão, BVFR e Taillings. O minério de interesse é o nióbio, passa por processos de beneficiamento, como britagem, moagem e químicos, onde se inclui o ácido fluossilícico, ácido clorídrico, soda cáustica e espumante (com exceção do IIA). Também é possível encontrar outras substâncias no rejeito, como barita e titânio.

A IB já atingiu a altura máxima licenciada de 31 metros e comprimento de crista com 565 metros, em uma área de 160.000,00 m², o volume do reservatório não chegou em seu valor licenciado, 2.920.000,00 m³, atualmente se encontra em 1.587.721,29 m³. Foi fundada em aluvião arenoso espesso, solo orgânico e rejeito, o material utilizado para construção é por terra e enrocamento, alteamento contínuo, o último foi feito pelo método não recomendado, a montante.

A IIA também atingiu a altura máxima licenciada de 25 metros e comprimento de crista com 2.401,00 metros, em uma área de 365.000,00 m², o volume do reservatório ainda não chegou em seu valor licenciado, 1.900.000,00 m³, atualmente se encontra com o volume baixo de 166.871,25 m³. Foi fundada em solo residual e

aluvião, o material utilizado para construção é por terra e enrocamento, alteamento contínuo, o último foi feito pelo método a jusante.

A IIB está na altura máxima licenciada de 20 metros e comprimento de crista com 2.151,40 metros, em uma área de 252.392,57 m², o volume do reservatório ultrapassou o licenciado de 2.528.717,00 m³, alcançou 3.454.174,60 m³. Foi fundada em aluvião arenoso espesso, solo orgânico e rejeito, o material utilizado para construção foi apenas terra homogênea, alteamento ocorreu em etapa única pelo método a jusante.

As unidades IB e IIA, apresentam falhas na proteção dos taludes e também dos paramentos, causadas pela presença de vegetação arbustiva. Em todas as unidades foi averiguado que não existem deformações e recalques que possam comprometer a segurança das barragens, onde a percolação está totalmente controlada pelo sistema de drenagens. Em caso de acidente nas Unidades o número de afetados pode chegar até 100 pessoas, pois existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, com DPA alto e classe B. O impacto ambiental é muito significativo, pois as barragens armazenam rejeitos que passam por processos de beneficiamento químico. O impacto sócio-econômico é médio, pois existe uma concentração moderada de instalações residenciais, agrícolas, industriais e de infraestrutura. Contam com unidades administrativas e profissionais técnicos qualificados, emitem apenas os relatórios de inspeção e monitoramento, com envio físico da PAEBM.

O depósito Tamanduá, inclui os diques de finos -1, 2 e 3- que estão em operação, foram construídos com o objetivo de contenção apenas de sedimentos. Foram construídas em etapa única, desta forma já alcançou as metragens de altura e crista licenciadas. Foram fundadas em solo residual e aluvião, construídas com terra homogênea. A empresa não informou o número de pessoas que poderiam ser afetadas em caso de rompimento dos diques, mas apresentou a informação que não há população ou instalações a jusante dos diques e o impacto ambiental é pouco significativo. Não apresentam DPA, desta forma não necessitam ser classificadas pela CRI.

Na vistoria todas as barragens foram consideradas estáveis e dentro do previsto em lei. Apenas a unidade IIB apresentou volume de rejeito acima do valor licenciado, mas segue sendo monitorada, conta com instrumentação e profissionais qualificados que verificam com frequência a estrutura e segurança da mesma. De acordo com SIGBM (2021), todas as barragens estão inseridas no PNSB, emitem PAE e enviam PAEBM, esta última também havia sido solicitada pela justiça para as barragens da região. A categoria de risco (CRI), para todas, foi baixa, com dano

potencial associado (DPA) alto e classe B, com exceção da barragem BM, que teve respectivamente DPA médio e classe C, não apresentando instabilidades nem emergências.

O outro ponto apontado pelo promotor quanto à barragem do Buraco ainda deve ser levado em consideração? quando o mesmo se refere a “retenção de rejeitos e recirculação de água” sim, mas não é motivo para desespero. Não se pode ignorar que a segunda usabilidade potencializa o risco de dano a partir do momento que mantém alta umidade dos rejeitos, em poucas palavras - estocagem de lama com água-, algo que já foi demonstrado não dar certo nos maiores acidentes registrados no Brasil.

Essa liquefação seria o mais preocupante, a transição do rejeito para o estado líquido, que além de contribuir para o rompimento, alavanca uma enxurrada de lama. Na Barragem do Fundão, em Mariana, no ano de 2014 a Samarco havia verificado que havia trincas no alto de um dos paredões, o que poderia indicar o início de um movimento de todo maciço. Porém, para a liquefação ocorrer é necessária alguma vibração de terreno, como sismos induzidos, que pode vir a causar instabilidade no alicerce que a barragem foi construída. Como os especialistas podem prever um sismo na barragem? Simples, analisando bem o terreno, a geologia e a estrutura que estavam projetando a barragem. Por exemplo, em MG, o quadrilátero ferrífero, possui diversas cangas, grutas, cavernas, que podem causar instabilidade geotécnica.

Se tudo ao redor foi analisado e a barragem passa a ser usada, há mais uma coisa que deve ter grande atenção, os “*pipings*”, que vão danificando a estrutura da barragem, favorecendo o rompimento, através do aparecimento de canais dentro da estrutura de contenção, com pequenos funis onde a água circula, causa erosão interna, agravando a movimentação e gerando falhas estruturais, o grande peso e pressão da lama de rejeito acaba amassando e entupindo os filtros da barragem. Assim, quanto mais água se acumula maior a chance de se romper. Essas rupturas por percolação e erosão, também são possíveis quando a distância entre o lago de decantação e o talude de jusante da barragem não são grandes o suficiente, propiciando a ocorrência de gradientes hidráulicos elevados.

Contudo, não se pode limitar o setor minerário por conta de barragens, pois são consideradas estruturas necessárias, conforme preconiza o Código de Mineração, mas não é exclusiva. Outras práticas estruturais neste tipo de empreendimento podem ser consideradas conforme estudos do Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM, 2016), sobre Gestão e Manejo de Rejeitos da Mineração. Tudo vai depen-

der do tipo de minério processado e dos tratamentos adotados, características geotécnicas, físico-químicas e mineralógicas.

O empilhamento drenado pode ser considerado um método mais seguro de deposição de rejeitos, este libera a água através de um grande sistema de drenagem interna, contando com uma boa vazão. Outra alternativa que se mostra por vezes mais eficiente na substituição foi a de disposição de rejeitos finos com secagem, ele já é usado a alguns anos, principalmente na indústria do alumínio, nele o rejeito fino (400mm) é adensado em espessadores até chegar em teores de sólidos elevados, acima dos 50%, é bombeado para um reservatório exposto a evaporação, na qual o teor de sólidos pode chegar a 80% (MPGO, 2019).

O processo de empilhamento a seco dos rejeitos tem custos de implantação e de operação superiores aos das barragens de rejeitos convencionais. O processo também demanda menor área para disposição, permite ainda mais segurança no processo e possibilita ações imediatas de controle de impactos. À medida que vai sendo formada, a pilha vai simultaneamente sendo revegetada para fins ambientais e geotécnicos. Entretanto, a nova metodologia apresenta, ainda, maior vida útil da estrutura, bem como oferece maior controle e estabilidade das estruturas de disposição. Além das evidentes vantagens de aumento da recuperação da água no espessador, água esta que é imediatamente recirculada à usina, elimina-se ou reduz-se a quantidade de água enviada à barragem de rejeitos e todo o risco ambiental associado.

Enquanto essas novas tecnologias não são inseridas em todos os projetos minerários, a população não precisa se desesperar, pois depois dos dois grandes acidentes ocorridos no Brasil, o governo sancionou leis mais rígidas para o setor minerário se tratando de segurança das barragens. A lei em questão é a 14.066/20, além de multas, as empresas podem sofrer penalidades que vão de advertências até a perda dos direitos de exploração mineral e benefícios fiscais.

Pela nova lei, as empresas que utilizam o método a montante têm até 25 de fevereiro de 2022 para fazer o desmonte dessas construções, o prazo pode ser prorrogado pela ANM dependendo da inviabilidade técnica para execução do serviço. Além de tudo, essa lei inclui na PNSB uma série de obrigações para o empreendedor que administra essas estruturas, como notificar imediatamente o órgão fiscalizador, órgão ambiental e a defesa civil sobre qualquer alteração das condições de segurança da barragem que possam implicar em acidente ou desastre. As áreas que forem afetadas por acidentes ou desastres têm prioridade para receber recursos do Fundo Nacional de Meio Ambiente. A lei também torna obrigatória a elaboração do

PAE pelos responsáveis por barragens de rejeitos de mineração. O PAE deverá ser apresentado à população local antes do início do primeiro enchimento do reservatório da barragem (BRASIL, 2020).

Além de tudo, o governo de Goiás por meio da Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad), também sancionou a nova Instrução Normativa 01/2020, que estabelece normas e procedimentos aplicáveis à segurança de barragens instaladas ou a serem construídas no Estado. Os proprietários de barragens têm a obrigação de realizar o cadastramento da estrutura no sistema da Semad, com apresentação das documentações referentes à segurança do barramento, além de implantar sistemas de monitoramento da estrutura (SEMAD, 2020).



CAPÍTULO 7

CONSIDERAÇÕES FINAIS



É compreensível todos os fatores que levaram ao processo judicial, uma concentração de barragens em apenas duas cidades do interior goiano, após as duas maiores tragédias com barragens no Brasil, a população com psicológico abalado, o medo de quem morava próximo a alguma barragem.

As barragens e diques de contenção analisadas foram aprovadas nas vistorias, são monitoradas com frequência, deixando a população ciente das condições e situação a qual se encontram. Além de realizar treinamentos com a população, reconhecimento de movimentação de terra, sirenes para emissão de alertas e rota para áreas seguras.

Infelizmente foi necessário ocorrer dois acidentes para que o governo brasileiro tomasse alguma iniciativa para alteração da lei sobre as barragens. Essas leis exigem mais comprometimento das empresas, maior capacitação técnica dos profissionais e uma visão mais detalhada por parte dos vistoriadores, mas tudo isso é necessário quando vidas e meio ambiente podem ser afetados.

Então é importante acreditar que esse tipo de acidente não voltará a acontecer, que as lacunas na lei como os relacionados ao método a montante foram preenchidas, agora as barragens estudadas que tiveram alteamento por este método, deverão ser descaracterizadas até 2022. Algumas empresas estão estudando a implementação de novas tecnologias, outras já fazem uso do empilhamento de rejeito seco, que apesar de ser mais caro o risco de acontecer algum dano é comprovadamente menor.

Logo, sabemos a importância da barragem de contenção de rejeito dentro da mineração e o que ela representa para a economia nacional. Assim, não se tem como apenas eliminar as barragens como é citado em alguns trechos do processo judicial, ela é necessária e essencial, há como ter barragens e segurança simultaneamente, mesmo fora do “ideal” rejeito seco, temos o método linha de centro que apresenta grande equilíbrio e estabilidade, não custa tanto quanto as metodologias mais recentes. Necessitando apenas de monitoramento constante, profissionais qualificados, cumprir a legislação, ter a instrumentação sempre testada e calibrada, realizar periodicamente treinamentos com os empregados e população a jusante da barragem, além do envio da documentação atualizada para SEMAD, prefeituras de cidades que poderão ser atingidas e à defesa civil. Desta forma a população não precisa temer um desastre.

REFERÊNCIAS

ANM, Agência Nacional de Mineração. 2019. I Relatório anual de segurança de barragens de mineração 2019. Ministério de Minas e Energia, Brasil.

ANM, Agência Nacional de Mineração. 2020. II relatório anual de segurança de barragens de mineração 2020. Ministério de Minas e Energia, Brasil.

Cardozo, F. A. C.; Pimenta, M. M. & Zingano, A. C. (2016). Métodos construtivos de barragens de rejeitos de mineração- UMA REVISÃO. HOLOS, v. 8, p. 77-85.

CFEM-ANM. Compensação Financeira pela Exploração Mineral. 2021. Disponível em: <https://sistemas.anm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/arrecadacao_cfem_ano.aspx?ano=2020>.

BRASIL, Lei Nº 14.066, de 30 de setembro de 2020. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.066-de-30-de-setembro-de-2020-280529982>>

Gonçalves, R.J.A.F. 2016. Grandes projetos de mineração em Goiás, Brasil: a expansão do capitalismo extrativista nas áreas de cerrado. Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 9, n. 2, dez. 2016. ISSN 19814089. UEG - Universidade Estadual de Goiás / Campus Iporá (GO).]

IBRAM- Instituto Brasileiro de Mineração. (2016). Gestão e manejo de rejeitos da mineração.

Lima, S. R. S. (2016). Caracterização e análise dos acidentes com barragens de rejeito de mineração no estado de Minas Gerais. Universidade Federal do Pará. Monografia apresentada ao Programa de Pós-Graduação Lato Sensu.

Lozano, F. A. E. (2006). Seleção de locais para barragens de rejeito usando o método de análise hierárquica. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo.

MPF- Ministério Público Federal. 2019/2020. Número: IC - 1.18.000.001722/2016-67. Inquérito Civil. Arquivamento. Meio Ambiente. Mineração. Segurança De Barragens. Ação Coordenada.

MPF- Ministério Público Federal. 2019/2020. Número: IC - 1.18.000.001723/2016-67. Inquérito Civil. Arquivamento. Meio Ambiente. Mineração. Segurança De Barragens. Ação Coordenada.

MPF- Ministério Público Federal. 2019/2020. Número: IC - 1.18.000.001725/2016-09. Inquérito Civil. Arquivamento. Meio Ambiente. Mineração. Segurança De Barragens. Ação Coordenada.

MPF- Ministério Público Federal. 2019/2020. Número: IC - 1.18.000.001726/2016-45. Inquérito Civil. Arquivamento. Meio Ambiente. Mineração. Segurança De Barragens. Ação Coordenada.

MPF- Ministério Público Federal. 2019/2020. Número: IC - 1.18.000.001727/2016-90. Inquérito Civil. Arquivamento. Meio Am-

biente. Mineração.Segurança De Barragens. Ação Coordenada. MPMGO, Ministério Público do Estado de Goiás. (2019). 3ª Promotoria De Justiça Da Comarca de Catalão. Nº 5007568-05.2019.8.09.0029. Promotoria de Defesa do Meio Ambiente. Goiás-Brasil.

SIGBM- Sistema de Gestão de Segurança de Barragem de Mineração. (2021). Barragens, cadastro nacional, estatísticas, mapas. Agência Nacional de Mineração- ANM. Brasil. Disponível em: <<https://app.anm.gov.br/SIGBM/Barragem-Publico/Detalhar/5E9AB2F654F3C377CC19577D03D874C77599B0B409D8308EE-70B827B410B616E/>>:

Souza Junior, T. F., Moreira, E. B. &Heineck, K. H. (2018). Barragens de contenção de rejeitos de mineração no Brasil. HOLOS, 34 (5), 1 - 39. Disponível em: <<https://doi.org/10.15628/holos.2018.7423>>.

Soares, L. (2010). Barragem de rejeitos. centro de tecnologia mineral (CETEM). Ministério da Ciência e Tecnologia. Coordenação de Processos Mineraiis - COPM. Comunicação Técnica elaborada para o Livro Tratamento de Minérios, 5ª Edição.

Valerius, M. B. (2014). Cadastro e análise do potencial de risco das barragens de rejeitos de mineração do estado de Goiás. Dissertação de Mestrado em Geotecnia pela Universidade de Brasília. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

ÍNDICE REMISSIVO

- A
Alteamento 13, 27, 30, 32, 33, 34, 39, 41, 44, 47, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 64
Ambiental 13, 23, 30, 31, 32, 35, 37, 40, 43, 46, 49, 51, 54, 56, 57, 58, 59, 61
Área 32, 34, 36, 37, 39, 40, 41, 43, 44, 46, 47, 50, 51, 57, 58, 59, 61
- B
Barragem 16, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 64
Brasil 12, 13, 27, 60, 61, 64, 65, 66
- E
Empresas 12, 13, 14, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 54, 55, 61, 64
Estrutura 24, 25, 26, 31, 32, 35, 38, 39, 40, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 50, 59, 60, 61, 62
Estruturas 22, 24, 25, 34, 35, 36, 37, 39, 42, 45, 48, 51, 56, 60, 61
- I
Impacto 30, 37, 40, 43, 46, 49, 51, 56, 57, 58, 59
- M
Mineração 12, 13, 14, 23, 24, 25, 27, 30, 34, 52, 62, 64, 65, 66
Montante 13, 27, 28, 31, 32, 33, 34, 41, 55, 57, 58, 61, 64
- O
Operação 22, 23, 26, 27, 35, 39, 40, 43, 46, 48, 50, 56, 57, 58, 59, 61
- P
Potencial 22, 24, 30, 31, 32, 34, 38, 40, 42, 43, 45, 46, 49, 52, 54, 56, 58, 60, 66
Problemas 55
Processo 12, 16, 22, 23, 31, 32, 34, 41, 44, 47, 54, 55, 61, 64
Projeto 12, 22, 23, 24, 26, 32, 34, 35, 36, 39, 40, 41, 43, 44, 46, 47, 49, 50, 51, 56, 57, 58
- R
Rejeitos 12, 13, 22, 23, 25, 26, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 40, 41, 43, 46, 47, 49, 50, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 65, 66
Reservatório 27, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 44, 46, 47, 49, 50, 57, 58, 59, 61, 62
- S
Segurança 23, 24, 25, 26, 27, 34, 35, 65, 66
Sistema 27, 33, 35, 36, 42, 45, 48, 56, 57, 59, 61, 62

Samara Capitol da Silva
Camila Nascimento Alves
Kempes Francisco Pereira Magalhães

ASPECTOS LEGAIS DE PROBLEMAS GEOTÉCNICOS DE SEGURANÇA DE BARRAGENS DE MINERAÇÃO EM CATALÃO E OUVIDOR, NO ESTADO DE GOIÁS, BRASIL

RFB Editora
Home Page: www.rfbeditora.com
Email: adm@rfbeditora.com
WhatsApp: 91 98885-7730
CNPJ: 39.242.488/0001-07
Av. Augusto Montenegro, 4120 - Parque Verde,
Belém - PA, 66635-110



9 786558 892410 >

