



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
ESCOLA DE MINAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS



IÊSSA SOARES DE PAULA

**ESTADO DA ARTE DA DESCARACTERIZAÇÃO DE BARRAGENS DE REJEITO  
EM MINAS GERAIS**

OURO PRETO

2021

IÊSSA SOARES DE PAULA

**ESTADO DA ARTE DA DESCARACTERIZAÇÃO DE BARRAGENS DE REJEITO  
EM MINAS GERAIS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Minas.

Orientador: Prof. Dr. Hernani Mota de Lima

OURO PRETO

2021

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

P324e Paula, Iêssa Soares de.  
Estado da arte da descaracterização de barragens em Minas Gerais.  
[manuscrito] / Iêssa Soares de Paula. - 2021.  
50 f.: il.: color., tab..

Orientador: Prof. Dr. Hernani Mota de Lima.  
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto.  
Escola de Minas. Graduação em Engenharia de Minas .

1. Barragens de rejeitos - Alçamento a montante. 2. Barragens de rejeitos - Descaracterização. 3. Legislação mineral. 4. Direito de minas. I. Lima, Hernani Mota de. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 624.136:340.134

Bibliotecário(a) Responsável: Sione Galvão Rodrigues - CRB6 / 2526



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Universidade Federal de Ouro Preto  
Escola de Minas  
Departamento de Engenharia de Minas - DEMIN



---

## ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos vinte e cinco dias do mês de junho de 2021, às 13h, foi instalada a sessão pública remota para a defesa de Trabalho de Conclusão de Curso da discente **lêssa Soares de Paula**, intitulado: **ESTADO DA ARTE DA DESCARACTERIZAÇÃO DE BARRAGENS DE REJEITO EM MINAS GERAIS**, perante comissão avaliadora constituída pelo orientador do trabalho, Prof. Dr. Hernani Mota de Lima, Eng<sup>a</sup> de Minas Paôlla de Carvalho Barbosa e Prof. Dr. José Fernando Miranda. A sessão foi realizada com a participação de todos os membros por meio de videoconferência, com base no regulamento do curso e nas normas que regem as sessões de defesa de TCC. Inicialmente, o presidente da comissão examinadora concedeu à discente 20 (vinte) minutos para apresentação do seu trabalho. Terminada a exposição, o presidente concedeu, a cada membro, um tempo máximo de 20 (vinte) minutos para perguntas e respostas à candidata sobre o conteúdo do trabalho, na seguinte ordem: primeiro a Eng<sup>a</sup> de Minas Paôlla de Carvalho Barbosa, segundo, o Prof. Dr. José Fernando Miranda e em último, o Prof. Dr. Hernani Mota de Lima. Dando continuidade, ainda de acordo com as normas que regem a sessão, o presidente solicitou à discente e aos espectadores que se retirassem da sessão de videoconferência para que a comissão avaliadora procedesse à análise e decisão. Após a reconexão da discente e demais espectadores, anunciou-se, publicamente, que a discente foi aprovada por unanimidade, com a nota 9,0 (nove), sob a condição de que a versão definitiva do trabalho incorpore todas as exigências da comissão, devendo o exemplar final ser entregue no prazo máximo de 15 (quinze) dias. Para constar, foi lavrada a presente ata que, após aprovada, foi assinada pelo presidente da comissão. A discente, por sua vez, encaminhará uma declaração de concordância com todas as recomendações apresentadas pelos avaliadores. Ouro Preto, 25 de junho de 2021.

Presidente: Prof. Dr. Hernani Mota de Lima

Membro: Eng<sup>a</sup> de Minas Paôlla de Carvalho Barbosa

Membro: Prof. Dr. José Fernando Miranda

Discente: lêssa Soares de Paula

*Ao meu amado pai, Afonso Celso de Paula (in  
memoriam). Sua lembrança me inspira e me  
faz persistir. Obrigada por tudo!*

## **AGRADECIMENTOS**

Antes de tudo, agradeço a Deus.

Pela dedicação, amor, presença e fortaleza, agradeço a minha mãe Maria Angela, te amo muito.

Pelo apoio, confiança, colaboração e amor nessa etapa final, agradeço ao Alysson.

A minha avó, meu padrinho Del, meu tio Nelson e tia Sônia, por todo amor e cuidado.

À todos os professores da Universidade Federal de Ouro Preto, pelos ensinamentos.

Em especial, ao Hernani Mota de Lima, pela orientação e ao Felipe Ribeiro Souza, pelo apoio.

À Adriana, pela ajuda e conselhos durante a graduação.

Às minhas irmãs da República Rebenta, pela amizade, companheirismo. Amo vocês.

Aos amigos e amigas que sempre me apoiaram e contribuíram para minha formação pessoal e profissional, em especial meus amigos do DEMIN.

Agradeço aos companheiros de trabalho e aos meus amigos do estágio pela amizade e apoio.

Por último, agradeço a todos que cooperaram com o presente trabalho.

## RESUMO

O presente trabalho se presta a informar como os atores envolvidos no processo de exploração mineral estão se comportando diante das alterações legislativas que determinaram a descaracterização de todas as barragens construídas através de alteamento a montante no Brasil, com enfoque em Minas Gerais. Neste sentido, ao longo do trabalho, é feito um paralelo entre a ocorrência dos dois últimos desastres com rompimentos de barragens de rejeitos de minério de ferro no Estado de Minas Gerais e os desafios para se colocar em prática o indispensável processo de descaracterização de barragens. Dessa forma, cuida-se de explicitar que não obstante o avanço contido na Lei federal Nº 14.066/2020 e Lei Estadual Nº 23.291/2019 para se evitar a ocorrência de novos acidentes com barragens construídas através de alteamento a montante, os impactos sócio ambientais do processo de descaracterização dessas barragens são bastante expressivos e precisarão de ação efetiva das empresas e do poder público para mitigá-las.

Palavras-chave: Barragem; descaracterização; alteamento a montante; legislação.

## **ABSTRACT**

This work aims to study how the players involved in the mining exploration process behave facing legislative changes that determine that all upstream mineral tailings dams in Brazil, especially in the state of Minas Gerais, must be decharacterized. In this sense, throughout the paper, a parallel is created between the last two iron ore tailings dam collapse disasters in the state of Minas Gerais and the challenges to put the indispensable dam decharacterization process into practice. Thus, it will be discussed that despite the advances contained in Federal Law No. 14.066/2020 and Minas Gerais State Law No. 23.291/2019, which aim to prevent future accidents with upstream dams, the socio-environmental impacts of the dams' decharacterization process are quite significant and will require effective action by the companies and the government to mitigate them.

Keywords: Tailing dam; Decharacterization; Upstream raising; Legislation



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Quantitativo de barragens .....	18
Figura 2: Método de alteamento a montante.....	19
Figura 3: Método de alteamento a jusante .....	19
Figura 4: Método de alteamento linha de centro .....	20
Figura 5: Barragem de Fundão após o rompimento .....	22
Figura 6: Barragem da mina do Córrego de Feijão após o rompimento.....	23
Figura 7: Barragem 8B - Vale - Antes da descaracterização.....	34
Figura 8: Barragem 8B - Vale - Depois da descaracterização.....	34
Figura 9: Métodos de Descaracterização .....	38

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Métodos de descaracterização.....	36
Tabela 2: Barragens a serem descaracterizadas em MG .....	37
Tabela 3: Impactos sociais .....	42

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ATSB – Auditoria Técnica de Segurança de Barragens

ANM – Agência Nacional de Mineração

Art. – Artigo

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

COPAM – Conselho Estadual de Política Ambiental

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

ES – Espírito Santo

FDTE – Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia

FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

ICOLD – Comissão Internacional de Grandes Barragens

Km – Quilometro

LI – Licença de Instalação

LO – Licença de Operação

LP – Licença Prévia

m<sup>3</sup> – Metro cúbico

MG – Minas Gerais

n<sup>o</sup> – Número

NRM – Normas Reguladoras de Mineração

PAEBM – Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração

PH – Potencial Hidrogeniônico

PL – Projeto de Lei

PNSB – Política Nacional de Segurança de Barragens

RIMA – Relatório de Impacto Ambiental

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

ZAS – Zona de Autossalvamento

ZSS – Zona de Segurança Secundária

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>16</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	16
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO .....	16
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>17</b>
3.1 HISTÓRIA E EVOLUÇÃO DAS BARRAGENS .....	17
3.2 MÉTODOS CONSTRUTIVOS DE BARRAGENS DE REJEITOS MINERAIS .....	18
3.3 A RELAÇÃO ENTRE O ROMPIMENTO DE BARRAGENS CONSTRUÍDAS PELO MÉTODO A MONTANTE E A SUA NECESSÁRIA DESCONTINUAÇÃO .....	20
3.4 O ROMPIMENTO DA BARRAGEM DA MINERADORA SAMARCO – MARIANA/MG .....	22
3.5 O ROMPIMENTO DA BARRAGEM DA MINERADORA VALE – BRUMADINHO/MG .....	23
<b>4. ASPECTOS LEGAIS</b> .....	<b>24</b>
4.1 A LEGISLAÇÃO SOBRE AS BARRAGENS.....	24
4.1.1 EM NÍVEL FEDERAL .....	24
4.1.2 EM NÍVEL ESTADUAL (MG).....	30
4.1.3 A LEI Nº 23.291/2019.....	32
4.2 DESCARACTERIZAÇÃO DE BARRAGENS.....	33
4.3 BARRAGENS A SEREM DESCARACTERIZADAS.....	36
4.3.1 IMPACTOS SOCIAIS NO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO DE BARRAGENS.....	39
4.3.2 IMPACTOS AMBIENTAIS NO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO DE BARRAGENS.....	40
4.3.3 POTENCIAIS MEDIDAS PARA MITIGAR OS IMPACTOS DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO DE BARRAGENS.....	43
4.4 ALTERNATIVAS PARA REAPROVEITAMENTO DE REJEITO .....	44
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	<b>45</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>46</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O tema desenvolvido neste estudo é desafiador e atual, uma vez que após os rompimentos das barragens de fundão em Mariana/MG em 2015 e da barragem da mina córrego do feijão em Brumadinho/MG em 2019, a sociedade brasileira começou a questionar e buscar melhor entendimento a respeito a atividade minerária como um todo, sobretudo com relação às consequências advindas do processo inerente à exploração mineral.

Neste sentido, o presente trabalho se prestará a elencar, bem como a explicar quais as providências que foram e estão sendo tomadas pelo poder público e pelas empresas que atuam no ramo da mineração para mitigar os efeitos ditos negativos da atividade, mormente ao que tange à disposição dos rejeitos oriundos do beneficiamento mineral.

Dentro de tal problemática, discutem-se, nesse trabalho principalmente, as complexidades ínsitas aos métodos de disposição dos rejeitos, sem perder de vista a importância socioeconômica da atividade mineira.

Para tanto e partindo da premissa de que a disposição dos rejeitos da atividade mineral se dá, geralmente, através de barragens, faz-se uma revisão bibliográfica breve conceituando e contando sobre a origem, surgimento e evolução das barragens para armazenamento dos rejeitos da mineração. Em seguida, são apresentados os métodos convencionais de barragens, mostrando como essas foram inicialmente pensadas para o contexto da atividade mineral.

Ato contínuo, no mesmo capítulo, aponta-se que, no Brasil, para fins de armazenamento de rejeitos de mineração, utilizou-se em demasia o método de alteamento a montante, e, neste sentido, faz-se um paralelo entre os potenciais riscos no emprego desse método e o histórico de rompimentos de barragens que foram construídas na modalidade de alteamento a montante.

Na etapa seguinte, será envidado esforços em apresentar como os atores envolvidos na atividade mineral se comportaram e estão se comportando após o método de alteamento a montante ser amplamente colocado em xeque pela opinião pública desde que houve o rompimento das barragens citas em Mariana/MG e

Brumadinho/MG, as quais ceifaram a vida de mais de 250 pessoas, além dos incontáveis prejuízos para o meio ambiente.

Para isso, inicia-se o referido capítulo abordando como a legislação brasileira e do estado de Minas Gerais evoluíram ao longo do tempo, na tratativa do controle e monitoramento dos riscos inerentes ao processo de armazenamento de rejeitos em barragens, notadamente quais foram as alterações legislativas impostas após os desastres supramencionados.

Nesta toada, explica-se, ainda, as providências práticas tomadas pelo poder público, notadamente a determinação para descaracterização de barragens alteadas a montante, trazendo, ainda, quais os impactos sociais e ambientais decorrentes deste processo.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

O objetivo deste trabalho é analisar estudos e legislações que se referem ao indispensável processo de descaracterização de barragens construídas através do método de alteamento a montante.

### **2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO**

Compreender um pouco a complexidade do processo de descaracterização de barragens construídas através do método de alteamento a montante, explicitando e abordando quais são os impactos desse importantíssimo processo.



### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 HISTÓRIA E EVOLUÇÃO DAS BARRAGENS

As primeiras barragens remontam aos anos 2000 a.c. O homem, inicialmente, pensou nas barragens como forma de manutenção de fonte de água em épocas de estiagem. No entanto, com o passar dos anos e com o desenvolvimento da atividade industrial, o homem viu nas barragens potencial para além de controle de volume de água, notadamente para geração de energia elétrica (GARBRUCHT, 1986).

No Brasil, por exemplo, a primeira barragem hidrelétrica foi construída em 1883, no Ribeirão do Inferno, no Rio Jequitinhonha em MG, e desde então, tal mecanismo vem sendo utilizado em larga escala no país para as mais diversas finalidades e nos mais diversas indústrias (OLIVEIRA, 2018).

A importância das barragens é tanta que a definição do que é barragem está prevista em Lei, mais especificamente no art. 2º, inciso I da Lei 12.234 de 2010, que assim dispõe:

Art. 2º. I - barragem: qualquer estrutura construída dentro ou fora de um curso permanente ou temporário de água, em talvegue ou em cava exaurida com dique, para fins de contenção ou acumulação de substâncias líquidas ou de misturas de líquidos e sólidos, compreendendo o barramento e as estruturas associadas (BRASIL, 2010).

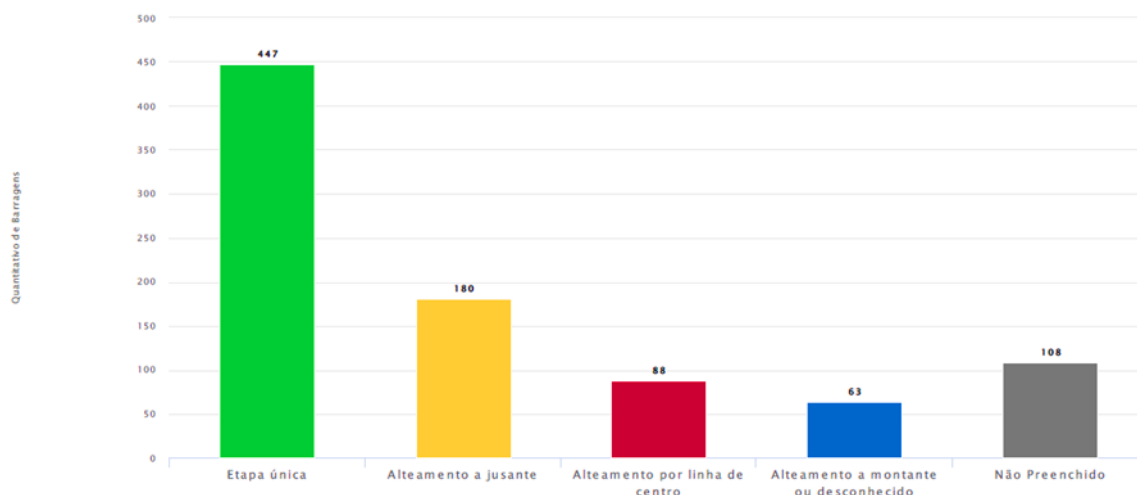
A atividade minerária que crescia no Brasil no início do século XX se via na necessidade de dar destinação para os rejeitos que não fosse o lançamento direto nos rios e afluentes, pois, dessa maneira, o impacto ambiental estava sendo bastante expressivo (OLIVEIRA, 2018).

No entanto, segundo Ávila (2012), até meados dos anos 30 do século XX, os equipamentos de movimentação de terra não eram acessíveis para barragens, o que inviabilizava a utilização de barragens no âmbito minerário. Por outro lado, a partir dos anos 40 do mesmo século, também segundo Ávila (2012), foram surgindo novos equipamentos de movimentação de terra, os quais possibilitaram a construção de barragens de rejeitos. Nessa direção histórica, nos anos 50 já havia diversas premissas de geotecnia aplicadas em barragens de rejeitos. Nos anos 70 do mesmo século, aspectos importantes de liquefação, estabilidade e fundação já eram de

conhecimento das equipes técnicas que construíam barragens, dando maior segurança na edificação destas (ÁVILA, 2012).

Dados da ANM de 2021 mostram que, hoje, o Brasil possui 886 barragens para disposição de rejeitos catalogadas (Figura 1).

Figura 1: Quantitativo de barragens



Fonte: ANM/2021

### 3.2 METÓDOS CONSTRUTIVOS DE BARRAGENS DE REJEITOS MINERAIS

Segundo Soares (2010), barragens convencionais são construídas em etapa única ou, eventualmente, em dois ou três alteamentos. De acordo com Thomé e Passini (2018), três são os métodos de alteamento, sendo importante frisar que a denominação do método está de acordo com o deslocamento do eixo da barragem durante as etapas de construção.

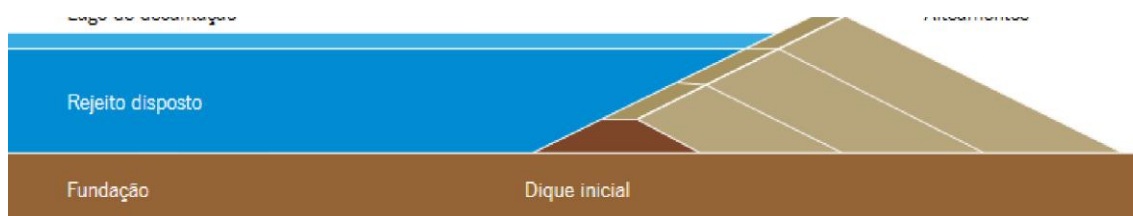
Neste sentido, o primeiro método é denominado de método a montante, o qual, segundo Thomé e Passini (2018, p. 58) consiste em:

Na construção de diques sobre as praias formadas pela decantação do próprio rejeito, deslocando o eixo da obra em direção a montante. Esse método é caracterizado pelo menor custo de construção, maior velocidade de alteamento e pouca utilização de equipamentos de terraplanagem.

O método em questão é tido como menos seguro e possibilita uma maior capacidade de liquefação da massa de rejeitos saturados. Apesar da menor

segurança, o Alçamento de Montante é o mais utilizado, dado os menores custos de construção e manutenção. A figura 2 mostra, de forma esquemática, o método de alçamento a montante.

Figura 2: Método de alçamento a montante



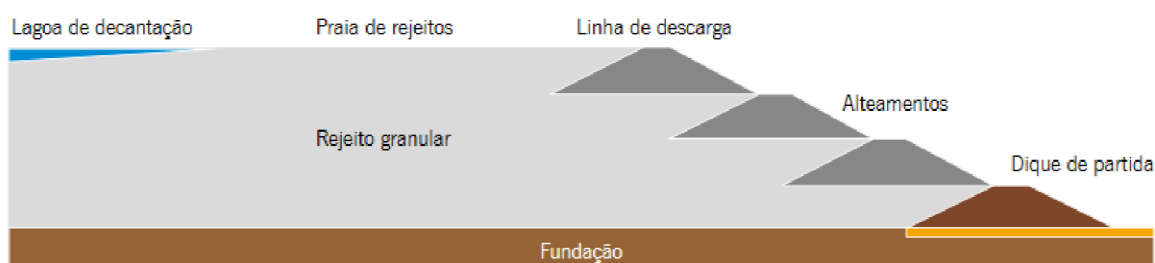
Fonte: Ibram, 2016.

O segundo método de alçamento é o chamado da linha de jusante, que assim é conceituado por Thomé e Passini (2018, p. 59):

Consiste no deslocamento n o eixo de construção na direção oposta ao do lago de decantação. Nesse caso, o dique deve ser dotado de drenagem interna e o talude a montante é impermeabilizado com argila ou materiais sintéticos. Possui maior segurança, porém um custo elevado com uma menor velocidade de alçamento da estrutura.

Na interpretação de Soares (2010), esse método é mais seguro que o método a montante, por ser menos propenso a entubamento e rupturas horizontais. A figura 3, mostra, de forma esquemática, o método de alçamento a jusante.

Figura 3: Método de alçamento a jusante



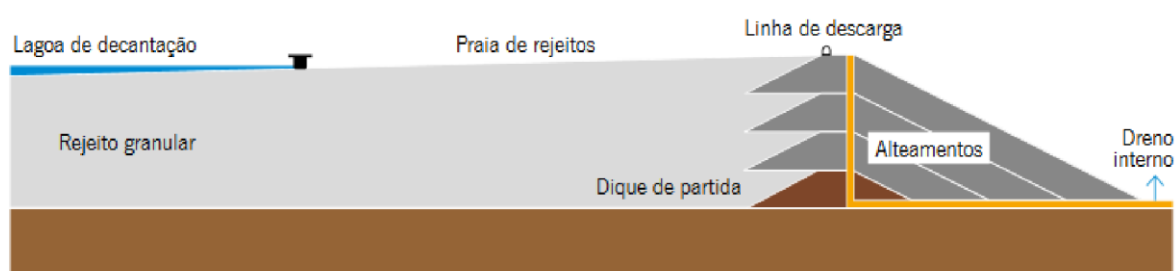
Fonte: Ibram, 2016.

Finalmente, o terceiro método de alçamento, chamado linha de centro, segundo Soares (2010, p. 854), nada mais é que um método intermediário entre os métodos a montante e jusante, sendo construído da seguinte forma:

Inicialmente é construído um dique de partida (dique inicial), e os rejeitos são lançados periféricamente a montante do mesmo, formando uma praia. O alteamento subsequente é realizado lançando-se os rejeitos sobre a praia anteriormente formada e sobre o talude de jusante do dique de partida. Neste processo, o eixo da crista do dique inicial e dos diques resultantes dos sucessivos alteamentos são coincidentes.

A figura 4, mostra de forma esquemática, o método de alteamento linha de centro.

Figura 4: Método de alteamento linha de centro



Fonte: Ibram, 2016

### 3.3 A RELAÇÃO ENTRE O ROMPIMENTO DE BARRAGENS CONSTRUÍDAS PELO MÉTODO A MONTANTE E A SUA NECESSÁRIA DESCONTINUAÇÃO

Conforme mencionado, o método a montante é tido como aquele no qual se emerge a maior possibilidade acidente. Peixoto (2012, p.07) aponta:

As barragens de rejeitos baseadas na técnica de aterro têm proporcionado uma crescente reação dos órgãos ambientais e das comunidades afetadas, em função dos elevados riscos ambientais inerentes ao processo e às catastróficas consequências de uma ruptura. Particularmente as barragens alteadas para montante tendem a ser potencialmente críticas e a liberação descontrolada das massas retidas, em eventual ruptura, implica graves consequências não apenas nas vizinhanças do empreendimento, mas também em áreas distantes a montante. No contexto dos casos históricos de rupturas de barragens de contenção de rejeitos construídas pela técnica de aterro hidráulico, a liquefação estática tem sido um fator determinante.

Na mesma ótica aponta Soares (2010, p. 850), as desvantagens do método a montante:

(i) menor coeficiente de segurança, em função da linha freática, em geral, situada muito próxima ao talude de jusante (ii) a superfície crítica de ruptura passa pelos rejeitos sedimentados, porém não devidamente compactados ;

(iii) há possibilidade de ocorrer entubamento, resultando no surgimento de água na superfície do talude de jusante, principalmente quando ocorre concentração de fluxo entre dois diques compactados; (iv) há risco de ruptura provocado pela liquefação da massa de rejeitos, por efeito de sismos naturais ou vibrações causadas por explosões ou movimentação de equipamentos.

Para sedimentar a doutrina, os dados da Comissão Internacional de Grandes Barragens (ICOLD), demonstram de maneira cabal que o volume maior de acidentes em barragens se dá naquelas construídas sobre o método a montante.

Na mesma linha apontou Rico *et. al.*, (2007, p. 849):

O método de construção de barragem que responde pelo maior número de incidentes está associado ao método de alteamento para montante, representando 76% dos casos no mundo e 47% das falhas na Europa (% referido nos casos relatados em que há dados disponíveis sobre o método de construção). A barragem de rejeitos de alteamento a jusante e a de linha de centro representam 15% e 5% dos casos globais, respectivamente, enquanto na Europa correspondem a 40% e 6,5% dos casos conhecidos. (tradução da autora<sup>1</sup>)

Em âmbito nacional, a mesma premissa se aplica aos sete últimos acidentes com barragens de rejeitos ocorridos no estado de Minas Gerais, em pelo menos quatro deles, o método construtivo era de alteamento a montante.

Neste pormenor, registra-se que acidentes com barragens trazem consequências socioambientais demasiadamente sérias, não raras vezes vitimando pessoas, destruindo a fauna e flora, dentre outras implicações das mais diversas naturezas.

Ainda neste particular, destaca-se que os dois últimos acidentes com barragens construídas no método de alteamento a montante no Brasil se trataram dos maiores desastres socioambientais já experimentados no país, aos quais, pela sua relevância, merecem apontamento próprio.

---

<sup>1</sup> The method of dam construction that accounts for the highest number of incidents is associated with the upstream raised method (UPS), representing 76% of the cases in the world and 47% of failures in Europe (% referred to reported cases where available data on dam construction method exists). Downstream (DOWN) and centerline (CTL) raised tailings dams represent 15 and 5% of global cases, respectively, whereas in Europe they correspond to 40 and 6.5% of known cases.

### 3.4 O ROMPIMENTO DA BARRAGEM DA MINERADORA SAMARCO – MARIANA/MG

Em novembro de 2015, mais especificamente por volta das 16h dia 05, na cidade de Mariana/MG, ocorreu o rompimento da barragem de Fundão do complexo minerário de Germano de propriedade da mineradora Samarco. No evento, vazaram 34 milhões de m<sup>3</sup> de uma massa barrenta constituída por rejeito de mineração, água e lama. Segundo o IBAMA, a lama passou como uma verdadeira avalanche sobre o distrito de Bento Rodrigues situado em Mariana, bem como por sete outros distritos do mesmo município, os quais foram completamente destruídos. Além do impacto no município de Mariana, 41 cidades localizadas nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo foram afetadas, tendo a lama toxica percorrido 663,2 km de Mariana/MG até a foz do Rio Doce em Linhares/ES.

O referido incidente tirou a vida de 19 pessoas, deixou milhares de pessoas desabrigadas, destruiu ecossistemas, contaminou a água do Rio Doce provocando a morte de um número gigantesco de animais que viviam no referido rio. De mais a mais, o rompimento da dita barragem trouxe a destruição da vegetação da região e alteração no PH do solo. A figura 5 mostra a barragem de Fundão após o rompimento.

Figura 5: Barragem de Fundão após o rompimento



### 3.5 O ROMPIMENTO DA BARRAGEM DA MINERADORA VALE – BRUMADINHO/MG

Menos de quatro anos após o rompimento da barragem de Fundão em Mariana/MG, o estado de Minas Gerais viu outra barragem construída pelo método de alteamento a montante romper.

Tratou-se da barragem da mina Córrego do Feijão, localizada em Brumadinho/MG, que em 25 de janeiro de 2019 despejou 12 milhões de m<sup>3</sup> de rejeitos de mineração sobre o Parque Estadual do Rola Moça, tendo sido considerado o maior acidente de trabalho no Brasil em quantidade de vidas perdidas, bem como o segundo maior desastre industrial do século (SOUZA, 2020).

O desastre vitimou 260 pessoas e, até a presente data, contabiliza 10 desaparecidos. Do ponto de vista ambiental, o rompimento da barragem construída sob o método de alteamento a montante destruiu grande parte da vegetação local, matou diversas espécies animais, bem como provocou uma mortandade significativa das espécies aquáticas que viviam nos afluentes do Rio São Francisco. A figura 6 mostra a barragem da mina Córrego do Feijão após o rompimento.

Figura 6: Barragem da mina do Córrego de Feijão após o rompimento



Fonte: G1

## **4. ASPECTOS LEGAIS**

### **4.1 A LEGISLAÇÃO SOBRE AS BARRAGENS**

Nos últimos seis anos o Brasil se viu envolto à ocorrência de dois acidentes com rompimentos de barragens construídas através do método de alteamento a montante, acidentes esse que se trataram de verdadeiras tragédias humanitárias e ambientais.

Após o acidente de Mariana em 2015, o poder público se viu na necessidade de dar explicações para que eventos como esse não ocorram mais.

Além da responsabilização judicial pelo evento, observou-se que o arcabouço de leis, decretos, resoluções e portarias que dispunham sobre a matéria necessitavam ser atualizados, os quais serão relatados a seguir.

#### **4.1.1 EM NÍVEL FEDERAL**

O primeiro apontamento sobre as potenciais consequências advindas da utilização de barragens no Brasil foi introduzida no ordenamento pátrio através do artigo 2º da resolução CONAMA de nº 1, que fora publicada no Diário Oficial da União em 17 de fevereiro de 1986 (CONAMA, 1986).

O referido texto legal apontava que as barragens edificadas para exploração de recursos hídricos dependiam de elaboração de estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental - RIMA, e que esse estudo de impacto deveria ser submetido à aprovação do órgão estadual competente, e da Secretaria Especial do Meio Ambiente. No entanto, essa primeira resolução Conama nº 1 restringia a necessidade do RIMA às barragens para exploração de recursos hídricos, ficando de fora, portanto, as barragens de rejeitos de mineração.

A despeito da previsão da necessidade do RIMA, até o ano de 1997, a legislação não tinha definições claras do que seria licenciamento ambiental, licença ambiental, estudo ambiental e impacto ambiental regional, o que foi corrigido com a edição da resolução CONAMA 237 de 1997 (CONAMA, 1997), a qual trouxe os conceitos acima e, finalmente, listou as barragens e os diques de qualquer natureza como construções cujo licenciamento ambiental era obrigatório.

No âmbito específico da mineração, a primeira inovação legislativa de disposição de rejeitos foi trazida pela portaria de nº 237 do DNPM, a qual foi alcunhada de Normas Reguladoras de Mineração. Neste diploma legal, que foi subdividido através



de índices gerais, a disposição de estéril, rejeitos e produtos foi posta no item 19 e, dentre outros, apontou que a disposição destes deveriam observar:

19.1.4 Os depósitos de estéril, rejeitos, produtos, barragens e áreas de armazenamento, assim como as bacias de decantação devem ser planejados e implementados por profissional legalmente habilitado e atender às normas em vigor.

19.1.5 Os depósitos de estéril, rejeitos ou produtos e as barragens devem ser mantidos sob supervisão de profissional habilitado e dispor de monitoramento da percolação de água, da movimentação, da estabilidade e do comprometimento do lençol freático.

19.1.5.1 Em situações de risco grave e iminente de ruptura de barragens e taludes as áreas de risco devem ser evacuadas, isoladas e a evolução do processo monitorada e todo o pessoal potencialmente afetado deve ser informado imediatamente (CONAMA, 1997).

Segundo a NRM, as barragens somente poderiam ser implementadas por profissional plenamente habilitado. Do mesmo modo, essas também deveriam ser monitoradas por profissional que tivesse a referida habilitação. Ademais, as barragens deveriam dispor de instrumentos para permitir vigilância sobre percolação de água, da movimentação, de estabilidade e do comprometimento do lençol freático.

A NRM apontou, ainda, que em caso de risco de ruptura das barragens e taludes, as áreas de risco deveriam ser evacuadas, não havendo, no entanto, disposição sobre como tal procedimento deveria ser posto em prática.

Na época entendeu-se que apesar da referida NRM ter sido um avanço importante, esse ainda pecava pelo flagrante generalidade, posto que não determinava quais seriam as condições mínimas que um projeto de barragens deveria observar.

O avanço para tentar dar mais especificidade ao assunto veio em 2006, com a edição da ABNT NBR 13028, a qual foi posta em vigor com o seguinte objetivo normativo:

Esta norma especifica os requisitos mínimos para elaboração e apresentação de projeto de barragens para disposição de rejeitos de beneficiamento, contenção de sedimentos e preservação de água em mineração, visando atender às condições de segurança, operacionalidade, economicidade e desativação, minimizando os impactos ao meio ambiente (ABNT, 2006).

Dentre as especificidades trazidas, a ABNT 13028/2006 previu-se a indispensabilidade da realização de estudos hidrológicos, geológicos, geotécnicos,

locacionais, hidráulicos e sedimentológicos para dar efetividade ao projeto de barragem de rejeitos (ABNT, 2006).

Adicionalmente, a norma explicitou o que deveria ser considerado para análise de estabilidade da barragem, tendo sido determinado que o fator de segurança mínimo para os taludes, em geral, seria de 1,50 (ABNT, 2006).

O passo seguinte da legislação brasileira foi dado em 2010, quando foi aprovada a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), via entrada em vigor da Lei 12.334 de 20 de setembro de 2010.

A referida legislação apontou, no seu artigo 3º, que a PNSB claramente tinha um objetivo de mitigar os riscos ínsitos à utilização de barragens:

Art. 3º São objetivos da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB):

I - garantir a observância de padrões de segurança de barragens de maneira a fomentar a prevenção e a reduzir a possibilidade de acidente ou desastre e suas consequências;

II - regulamentar as ações de segurança a serem adotadas nas fases de planejamento, projeto, construção, primeiro enchimento e primeiro vertimento, operação, desativação, descaracterização e usos futuros de barragens; (Redação dada pela Lei nº 14.066, de 2020)

III - promover o monitoramento e o acompanhamento das ações de segurança empregadas pelos responsáveis por barragens;

IV - 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;

V - coligir informações que subsidiem o gerenciamento da segurança de barragens pelos governos;

VI - estabelecer conformidades de natureza técnica que permitam a avaliação da adequação aos parâmetros estabelecidos pelo poder público;

VII - fomentar a cultura de segurança de barragens e gestão de riscos.

VIII - definir procedimentos emergenciais e fomentar a atuação conjunta de empreendedores, fiscalizadores e órgãos de proteção e defesa civil em caso de incidente, acidente ou desastre (BRASIL, 2010).

Também foram trazidas diversas inovações legislativas no sentido de apontar a quem competia fiscalizar as barragens. Especificamente no que toca àquelas provenientes dos rejeitos de minério, atribuiu-se ao então existente Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) o dever fiscalizatório (BRASIL, 2010).

Do mesmo modo, a legislação à época, no seu artigo 4º, trouxe apontamentos no sentido de que a responsabilidade pela segurança da barragem seria do empreendedor, cabendo-lhe o desenvolvimento de ações para garanti-la (BRASIL, 2010).

Outro importante marco trazido na lei refere-se aos instrumentos para dar efetividade à Política Nacional de Segurança de Barragens, tendo sido destacado que deveria haver um sistema de classificação de barragens por categoria de risco e por dano potencial associado; que deveria existir o Plano de Segurança de Barragem; Relatório de Segurança de Barragens, entre outros (BRASIL, 2010).

E, com o objetivo manifesto de regulamentar o que foi posto na PNSB de 2010, avançou-se no sentido de classificar as barragens de acordo com o risco e dano associado, o que foi feito através da resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) nº 143 de 2012 (BRASIL, 2010).

Ainda, no intuito de regulamentar o que estava estatuído no PNSB de 2010, o DNPM, também em 2012, editou a portaria de nº416, a qual tinha como escopo criar o Cadastro Nacional de Barragens de Mineração e dispor sobre o Plano de Segurança, Revisão Periódica de Segurança e Inspeções Regulares e Especiais de Segurança das Barragens (BRASIL, 2012).

Também para dar efetividade ao PNSB, no ano de 2013 o antigo DNPM editou a portaria 526 de 2013, a qual dispunha sobre a definição de periodicidade de atualização e revisão, a qualificação do responsável técnico, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do Plano de Ação de Emergência das Barragens de Mineração (BRASIL, 2013).

Em outras palavras, a referida portaria previu que o competia ao empreendedor manter em documento, no caso, o próprio Plano de Ação de Emergência das Barragens de Mineração (PAEBM), todas as situações de emergência que podiam pôr em risco a integridade da barragem e onde seriam estabelecidas as ações imediatas necessárias nesses casos e definidos os agentes a serem notificados de tais ocorrências, com o objetivo de evitar ou minimizar danos com perdas de vida, às propriedades e às comunidades a jusante. (BRASIL, 2013).

Apesar de todo o arcabouço regulamentar mencionado, no final de 2015 ocorreu o colapso da barragem do Fundão, em Mariana/MG, evento esse que

denunciou uma flagrante falta de capacidade fiscalizatória do DNPM, bem como a necessidade de aperfeiçoamento das leis, portarias e resoluções até então existentes.

Em resposta ao acidente, o DNPM editou a portaria de nº 14 do ano de 2016 (DNPM, 2016), que estabelece prazo de quinze dias a contar da entrada em vigor da portaria para que fosse apresentado o comprovante de entrega das cópias físicas do Plano de Ação de Emergência de Barragem de Mineração (PAEBM) para as prefeituras e defesas civis municipais e estaduais.

Ademais, a portaria ainda previu que em caso de descumprimento da determinação, o empreendedor estava sujeito a interdição provisória das atividades de acumulação de água ou de disposição final ou temporária de rejeitos de mineração, sem prejuízo da imposição das sanções administrativas.

No entanto, a portaria citada não tinha o condão de promover qualquer alteração legislativa para possibilitar uma maior segurança das barragens, o que começou a ser feito apenas em 2017 com a edição da Portaria DNPM nº 70.389, a qual revogaria as portarias nº 416/2012 e nº 526/2013 do mesmo departamento, bem como unificaria em uma só portaria a regulamentação que aduzia os artigos 8º, 9º, 10º, 11º e 12º da PNSB.

A Portaria DNPM nº 70.389 dispõe sobre:

1. O Cadastro Nacional de Barragens de Mineração,
2. O Sistema Integrado de Gestão em Segurança de Barragens de Mineração,
3. A periodicidade de execução ou atualização, a qualificação dos responsáveis técnicos, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do Plano de Segurança de Barragem, das Inspeções de Segurança Regular e Especial.
4. Da Revisão Periódica de Segurança de Barragem e do Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração (BRASIL, 2017).

Além de unificar, a nova portaria trouxe disposições para dar uma maior segurança às barragens, tais como obrigar o empreendedor a instalar, nas comunidades inseridas nas zonas de autossalvamento - ZAS sistema de alarme, contemplando sirenes e outros mecanismos de alerta adequados ao eficiente alarme das comunidades localizadas nas citadas ZAS; bem como reduzir o prazo de revisão periódica de segurança das barragens, entre outras.

Nesse dispositivo foi trazido uma inovação legislativa a respeito do descadastramento por fechamento ou descaracterização de barragem.

Ainda no ano de 2017, houve uma importante alteração legislativa, que se tratou da criação da Agência Nacional de Mineração (ANM).

Com a edição da Lei 13.575, de 26 de dezembro de 2017 (BRASIL, 2017), o antigo DNPM é substituído pela ANM, para valorizar o setor mineral e assegurar mais celeridade a todos os processos, inclusive fiscalizatórios.

Independente dessa alteração legislativa, no início do ano de 2019, mais especificamente em 25 de janeiro, houve o rompimento da barragem B1 do complexo minerário da mina do Córrego do Feijão localizada em Brumadinho/MG.

A ANM, em menos de 30 dias após o rompimento da barragem, editou a sua resolução de nº4, com vistas a assegurar a estabilidade de barragens de mineração, notadamente aquelas construídas ou alteadas pelo método denominado "a montante" ou por método declarado como desconhecido (BRASIL, 2019). Dentre essas medidas, a esta resolução apontou que, a partir daquela data, estava proibida a utilização do método de construção ou alteamento de barragens de mineração denominado "a montante" em todo o território nacional (BRASIL, 2019).

Do mesmo modo, também se determinou que as barragens construídas ou alteadas pelo método a montante ou por método declarado como desconhecido, deveriam ser descomissionadas ou descaracterizadas até 15 de agosto de 2021 (BRASIL, 2019).

Poucos meses depois de editar a resolução de nº 4, a ANM, ainda em 2019, estabeleceu a resolução de nº 13, a qual, dentre outras previsões, dilatou os prazos para desativação, descomissionamento ou descaracterização das barragens construídas sobre o método de alteamento a montante (BRASIL, 2019).

É oportuno relatar que, além de prolongado, os prazos foram alterados de modo a considerar o volume de rejeitos existente na barragem, sendo certo que as empresas devem, até 15 de setembro de 2022, descaracterizar barragens com volume de 12 milhões de metros cúbicos conforme Cadastro Nacional de Barragens de Mineração do SIGBM; Para as barragens com volume entre 12 milhões e 30 milhões de m<sup>3</sup>, o prazo se estende até 15 de setembro de 2025 e, finalmente, para as barragens com volume em m<sup>3</sup> superior a 30 milhões, o prazo se prolonga até 15 de setembro de 2027.

Inobstante os avanços nas resoluções da ANM, a sociedade cobrava uma nova PNSB que trouxesse uma legislação mais rígida para que eventos como os de Mariana e Brumadinho não mais ocorressem.

Por esse motivo, em 30 de setembro de 2020 foi publicada a Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020, que alterou a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e o Código Minerário (BRASIL, 2020).

Dentre as importantes alterações, determinou-se a imprescindibilidade da elaboração do Plano de Ação de Emergência para Barragens - PAEBM para todas as barragens destinadas à acumulação ou disposição de rejeitos de mineração. Ademais, também restou ampliada o rol de penalidades aplicáveis a quem descumprir a PNSB, bem como elevou-se o valor das multas em caso de descumprimento da referida legislação, sendo certo que, segundo o diploma, as multas podem variar de R\$ 2.000,00 (dois mil reais) a R\$ 1.000.000.000,00 (um bilhão de reais) (BRASIL, 2020).

Também é importante ressaltar que foi trazida para a lei a disposição prevista na resolução de nº 4 da ANM no sentido de proibir a construção de barragens através do método de alteamento a montante (BRASIL, 2020).

#### 4.1.2 EM NÍVEL ESTADUAL (MG)

Minas Gerais é o Estado brasileiro que possui a maior quantidade de barragens com rejeitos de mineração, e conseqüentemente, apresenta um histórico de acidentes com estas estruturas de contenção. Assim, em 2001, iniciou-se uma discussão visando a uma regulamentação pertinente às formas de construção, manuseio e monitoramento de barragens no âmbito ordenamento jurídico estadual.

Assim, em 2002 foi editada a Deliberação Normativa de nº 62 do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) que dispõe sobre critérios de classificação de barragens de contenção de rejeitos, de resíduos e de reservatório de água em empreendimentos industriais e de mineração no estado de Minas Gerais (MINAS GERAIS, 2002).

Esta deliberação define o que é barragem, apresentando ainda, outros conceitos, tais como: sistema de gestão, dano ambiental e risco. Além disso, traz parâmetros para classificação de uma barragem, bem como estabeleceu que as referidas barragens deveriam ser projetadas por profissional do conselho competente e que os proprietários do empreendimento são responsáveis pela implantação de

procedimentos de segurança nas fases de projeto, implantação, operação e fechamento das barragens decorrentes de suas atividades industriais (MINAS GERAIS, 2002)

Em complemento a DM de nº 62, ainda na primeira década dos anos 2000 foram editadas duas outras deliberações normativas com o fito de criar critérios de classificação de barragens de contenção de rejeitos, de resíduos e de reservatório de água em empreendimentos industriais e de mineração.

Trataram-se da Deliberação Normativa nº 87 de 2005 (COPAM, 2005), e da Deliberação Normativa nº 124 de 2008 (COPAM, 2008), do mesmo COPAM, as quais, respectivamente, foram editadas com objetivo de incorporar as recomendações técnicas e estabelecer procedimentos para a auditoria de segurança nas estruturas de barragens e determinar que o relatório de Auditoria Técnica de Segurança deveria estar disponível no empreendimento para consulta durante as fiscalizações ambientais, além de que o empreendedor deverá apresentar à Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) a Declaração de Condição de Estabilidade.

Por fim, também foi decidido que após o órgão ambiental competente analisar o resultado do ATSB, esse poderia determinar ao empreendedor a realização de novas Auditorias Técnicas Extraordinárias de Segurança de Barragem, até que se pudesse concluir que a barragem apresentasse estabilidade garantida, sob o ponto de vista construtivo e operacional; ou a suspensão ou redução das atividades da barragem ou do empreendimento minerário ou, na hipótese mais séria, até mesmo a desativação da barragem.

No entanto, mesmo após a edição dos normativos que vieram como resposta ao acidente de Mariana/MG, no início do ano de 2019, o estado de Minas Gerais se viu acometido por outro rompimento de barragem de rejeitos de mineração, o que revelou a premente necessidade de mudança legislativa também em âmbito estadual.

Dada a necessidade de aprimoramento da legislação estadual para prevenir novos rompimentos de barragens, em 25 de fevereiro de 2019, um mês após o acidente de Brumadinho, foi sancionada a Lei Estadual 23291/2019 (MINAS GERAIS, 2019), que se originou de iniciativa popular e foi denominada Mar de Lama Nunca Mais, a qual, pela sua relevância, será tratada em tópico próprio.

#### 4.1.3 A LEI Nº 23.291/2019

Como adiantado na precedência, a edição da lei Nº 23.291/2019 pode ser compreendida como uma tentativa de resposta do estado para o fato de que, em um intervalo inferior a cinco anos, houveram dois rompimentos de barragens que se trataram de verdadeiros desastres socioambientais.

Para corroborar o ideal de resposta, o próprio artigo 1º do referido diploma legal cuida de destacar que esta lei tem por objetivo instituir uma política estadual de segurança de barragens, a ser implementada de forma articulada com a Política Nacional de Segurança de Barragens – PNSB (MINAS GERAIS, 2019).

Nesse sentido, a referida lei trouxe avanços por demais significativos no intuito de aumentar a assertividade quando o assunto é segurança em barragens.

Tanto assim o é que esta lei foi enfática em determinar que, a partir da sua entrada em vigor, ficaria vedada a concessão de licença ambiental para operação ou ampliação de barragens destinadas à acumulação ou à disposição final ou temporária de rejeitos ou resíduos industriais ou de mineração que utilizem o método de alteamento a montante (MINAS GERAIS, 2019).

Tão importante quanto não permitir a construção de novas barragens que utilizassem o método de alteamento a montante, a lei também cuidou de estipular que o empreendedor responsável por barragem alteada pelo método a montante atualmente em operação promoverá, em até três anos contados da data de publicação desta lei, a migração para tecnologia alternativa de acumulação ou disposição de rejeitos e resíduos e a descaracterização da barragem, na forma do regulamento do órgão ambiental competente. (MINAS GERAIS, 2019).

Ademais, especificamente no que toca ao licenciamento ambiental, a referida lei determinou que o processo de concessão da licença seria através do sistema trifásico, o qual compreende apresentação preliminar de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o respectivo relatório de Impacto Ambiental (RIMA), e as etapas sucessivas de Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO) (MINAS GERAIS, 2019).

Também ficou determinado que o órgão ou a entidade competente do sistema manterá cadastro das barragens instaladas no estado e as classificará conforme seu potencial de dano ambiental, sendo competência deste, ainda, publicar anualmente inventário das barragens instaladas no estado, contendo o resultado das auditorias



técnicas de segurança dessas estruturas e a respectiva condição de estabilidade da barragem (MINAS GERAIS, 2019).

Na mesma ótica, a lei cuidou de trazer a população potencialmente afetada pela eventual construção de uma barragem para a discussão do projeto, sendo certo, ainda, que, segundo a lei, as deliberações e os questionamentos apresentados nas audiências públicas constarão em ata e serão fundamentadamente apreciados nos pareceres do órgão ambiental que subsidiarem o processo de licenciamento. (MINAS GERAIS, 2019).

Portanto, a lei em questão foi um verdadeiro divisor de águas quanto à segurança de barragens no estado de Minas Gerais, tendo avançado, inclusive, para dispor sobre o processo de descaracterização de barragens a montante, que será melhor explicado adiante.

#### 4.2 DESCARACTERIZAÇÃO DE BARRAGENS

Para iniciar o assunto, torna-se imprescindível trazer o que a legislação de regência entende por Barragem descaracterizada. Nesse sentido, o Decreto Estadual Mineiro nº 48140 de 2021 a define como sendo aquela que não opera como estrutura de contenção de sedimentos ou rejeitos, não possuindo características de barragem, e que se destina a outra finalidade (MINAS GERAIS, 2021).

Em âmbito federal, a Agência Nacional de Mineração (ANM), aponta que barragem descaracterizada é uma estrutura que não recebe, de forma permanente, aporte de rejeitos e/ou sedimentos provenientes de suas atividades e que deixa de possuir ou de exercer a função de barragem.

Nas figuras 7 e 8 são trazidas imagens da barragem 8B da Vale, localizada na mina de Águas Claras, município mineiro de Nova Lima, antes e após o processo de descaracterização, respectivamente.

Figura 7: Barragem 8B - Vale - Antes da descaracterização



Fonte: Vale S.A.

Figura 8: Barragem 8B - Vale - Depois da descaracterização



Fonte: Vale S.A.

Convém registrar que a legislação federal e estadual de MG cuidou de estabelecer requisitos mínimos para o processo de descaracterização de barragens, sendo eles:

- I. encerramento das operações e remoção das instalações associadas, como tubulações;
- II. adoção de medidas para reduzir ou eliminar o aporte de águas superficiais e subterrâneas para o reservatório;
- III. medidas para garantir a estabilidade física, química e biológica de longo prazo das estruturas que permanecerem no local; e
- IV. acompanhamento para verificar a eficácia das medidas adotadas (BRASIL, 2019).

Ressalta-se que dentro do processo de descaracterização não necessariamente ocorrerá a remoção total da barragem ou o esvaziamento do rejeito, tendo em vista critérios técnicos. O que se exige, no entanto, é que a estrutura não funcione como uma barragem no sentido de receber novos rejeitos e que ela esteja estável e atenda aos critérios impostos de segurança.

Em contrapartida à descaracterização, o descomissionamento compreende o desmantelamento ou a desativação total da estrutura. Sendo realizado, dessa forma, a drenagem da estrutura e a retirada total dos rejeitos, de modo que a barragem não mais exista.

Embora existam conceitos sobre a descaracterização e o descomissionamento de barragens, quando pensamos no processo para levá-los a efeito, esses se mostram bastante complexos e tormentosos.

Isso porque, após a realização de estudos para dar início aos processos supracitados, não raras vezes conclui-se que inexistente viabilidade técnica para o desmonte total da estrutura.

A corroborar o exposto, no próprio estado de Minas Gerais existem barragens cujo volume de rejeito supera 100 milhões de metros cúbicos, sendo certo que sua inteira remoção pode levar muitos anos e resultar gigantes transtornos para as comunidades localizadas nas proximidades das estruturas a serem descaracterizadas (MPMG, 2020).

Exatamente por isso, tornou-se necessário pensar diversos métodos para descaracterização de barragens, levando em consideração a especificidade da estrutura que precisa passar pelo referido processo. Na Tabela 1, cita-se alguns dos métodos já pensados:

Tabela 1: Métodos de descaracterização

<b>Métodos de descaracterização</b>
Desmante total com aproveitamento de rejeitos e construção de aterro de reforço
Desmante total com aproveitamento de rejeitos sem construção de aterro de reforço
Desmante total sem aproveitamento de rejeitos sem construção de aterro de reforço
Desmante parcial com aproveitamento de rejeitos e construção de aterro de reforço
Desmante parcial sem aproveitamento de rejeitos com construção de aterro de reforço
Desmante parcial sem aproveitamento de rejeitos sem construção de aterro de reforço
Sem desmante e sem aterro de reforço
Sem desmante com aterro de reforço

Fonte: Adaptado FDTE, 2021

#### 4.3 BARRAGENS A SEREM DESCARACTERIZADAS

A Lei Estadual 23291/2019 de MG (MINAS GERAIS, 2019) e a Lei Federal 14066/2020 (BRASIL, 2020), determinaram a descaracterização de todas as barragens alteadas pelo método a montante.

Por seu turno, quanto ao estudo realizado pela Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia (FDTE) denominado “Avaliação Ambiental Integrada das Obras de Descaracterização das Barragens de Rejeitos Alteadas pelo Método a Montante no Estado de Minas Gerais”, até outubro de 2020 a Federação do Meio Ambiente do Estado de Minas Gerais (FEAM) havia recebido 46 processos de descaracterização, barragens essas que, segundo o mesmo estudo, armazenam 507 milhões de metros cúbicos de rejeitos (FDTE, 2021).

A Tabela 2 apresenta a relação, o volume de rejeitos e o método de descaracterização a ser utilizado nos projetos:



Tabela 2: Barragens a serem descaracterizadas em MG

Ref	Município	Empresa	Mina	Nome da estrutura	Volume total (maciço e reservatório (m³))	Nível de alerta	Tipo de desmonte	Aproveitamento econômico?	Aterro de reforço?	
1	Araxá	CBMM	CBMM	B5	1.5500.000	N/A	Sem desmonte			
2		Mosaic	Araxá	B5	55.600.447	N/A	Parcial		sim	
3	Barão Cocais	Vale	Gongo Soco	Sul Superior	6.777.649	3	Total			
4	Congonhas	CSN	Casa de Pedra	B4	14.651.821	N/A	Total	sim		
5		Vale.	Fábrica	Baixo João Pereira	101.910	N/A	Total			
6	Congonhas-Itabirito	Herculano	Tanque Seco	B1	2.240.000	N/A	Total	sim	sim	
7		SAFM	Ponto Verde	Arêdes	771.454	N/A	Total			
8				Central	400.264	N/A	Total			
9	Fortaleza de Minas	Serra da Fortaleza	Serra da Fortaleza	Barragem de Rejeito	5.135.000	N/A	Sem desmonte			
10	Igarapé	Morro do Ipê	Tico Tico	B1 - Auxiliar	3.210.000	N/A	Sem desmonte		sim	
11				B2 Tico-Tico	2.510.000	N/A	Parcial	sim	sim	
12	Itabira	Vale	Cauê	Dique 2 Pontal	20.558.810	1	Parcial		sim	
13				Dique 3 Pontal	8.841.000	1	Parcial		sim	
14				Dique 4 Pontal	3.900.079	1	Parcial		sim	
26				Dique 5 Pontal	12.310.000	1	Parcial		sim	
27				Dique C Nova Vista	5.635.046	1	Parcial	sim	sim	
15				Dique Minervino	10.909.337	1	Parcial	sim	sim	
16				Conceição	Dique Rio do Peixe	1.697.933	1	Sem desmonte		
28				Itapecerica	Nac de Grafite	Itapecerica	B4	1.660.000	N/A	Parcial
17	Itatiaiuçu	Usiminas	Central	Central	5.841.000	N/A	Parcial	sim	sim	
18	Itatiaiuçu			Oeste	Mina Oeste	14.395.000	N/A	Sem desmonte		sim
19	Itatiaiuçu	Minerita	Lagoa das Flores	B1 - José Jaime	348.079	N/A	Total	sim		
20	Itatiaiuçu			B3 ou "Zé da Grotta"	3.850.732	N/A	Total	sim	sim	
21	Mariana	Samarco	Germano	Cava do Germano	15.029.999	N/A	Parcial		sim	
22				Barragem do Germano	131.590.000	N/A	Sem desmonte		sim	
23				Dique Selinha	131.590.000	N/I	Sem desmonte		sim	
24				Diques Tulipa e Sela	131.590.000	N/I	Sem desmonte		sim	
25				Vale.	Alegria	Campo Grande	26.778.889	1	Sem desmonte	
29	Nazareno	AMG Mineração	Volta Grande	Volta Grande 1	400.000	N/A	Total	sim		
30				Volta Grande 2	1.413.000	N/A	Total	sim		
31	Nova Lima	Vale	Águas Claras	Dique Aux B5	2.217.541	1	Parcial		sim	
32	Nova Lima			Mar Azul	Barragem B3	3.082.000	3	Total		
33	Nova Lima				Barragem B4	2.786.000	3	Total		
34	Nova Lima	CSN	Complexo Pires	Abóboras	Vargem Grande	13.809.893	1	Parcial		
35	Barr Aux Vigia			3.867.693	N/A	Parcial				
36				Barragem do Vigia	1.047.901	N/A	Parcial			
37	Ouro Preto	Gerdau	Miguel Burnier	Alemães	3.096.902	N/A	Sem desmonte		sim	
38				Forquilha I	12.642.671	2	Sem desmonte		sim	
39		Vale	Fábrica	Forquilha II	23.528.428	2	Sem desmonte		sim	
40				Forquilha III	19.976.113	3	Sem desmonte		sim	
41				Grupo	2.236.713	2	Sem desmonte		sim	
42	Timbopéba	Doutor	Doutor	39.540.000	2	Sem desmonte		sim		
43			Barragem B2	2.930.000	N/A	Total	sim			
44			Barragem B2A	6.679.465	1	Total				
45	Rio Acima	Minérios Nacional	Fernandinho	Dique Fernandinho	2.968.917	N/A	Parcial			
46	Sarzedo	Itaminas	Engenho Seco	Barragem B1	1.872.000	N/A	Parcial		sim	

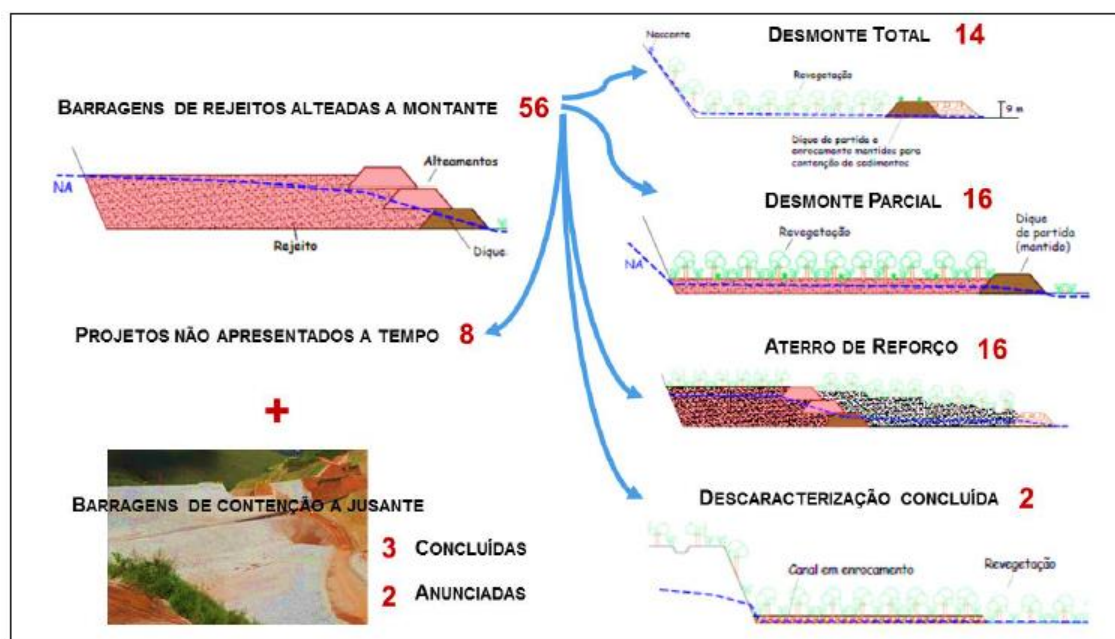
Notas:

(1) N/A: Não aplicável (barragem declarada como estável) N/I: As fontes consultadas não informam o nível de alerta ou a existência de DCE para o barramento.

(2) Algumas barragens possuem reservatórios compartilhados. Portanto não deve ser feita a somatória dos volumes a partir dessa tabela.

É certo que dadas as dificuldades inerentes ao processo de descaracterização, não será possível fazê-las seguindo um único padrão, sendo certo, ainda, que o desmonte total da estrutura não será utilizado sequer na maioria dos projetos, tudo conforme exemplifica a figura 9 retirada do estudo da FDTE 2021:

Figura 9: Métodos de Descaracterização



Fonte: FTDE, 2021

Para se ter ideia da magnitude das obras de descaracterização, a FDTE prevê a utilização de 29 milhões de metros cúbicos de areia e brita, bem como estima ser necessário um volume grandioso de escavação de solo e de rochas nas próprias áreas das minas (FDTE, 2021).

O gigantismo de uma obra deste processo também pode ser observado nas poucas barragens cujo processo de descaracterização foi finalizado. A título de exemplo, cita-se a barragem de nº8 B, de propriedade da mineradora Vale, localizada no município de Nova Lima/MG. Esta barragem continha quase 300 mil m<sup>3</sup> de rejeitos, tendo sido consumido mais de 50 mil t de rochas durante a obra, bem como fora aplicada uma manta vegetal em uma área de 12.700 m<sup>2</sup> e plantadas mil mudas de espécies nativas da região onde a barragem estava localizada.

Portanto, não há dúvidas de que o processo de descaracterização, embora extremamente necessário, também traz impactos socioambientais, de modo que,

indubitavelmente, esse altera a vida das pessoas localizadas nas regiões onde as obras se localizam, bem como modifica o meio ambiente como um todo.

#### 4.3.1 IMPACTOS SOCIAIS NO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO DE BARRAGENS

Segundo a FDTE, entre os 46 projetos de descaracterização já apresentados à FEAM, em pelo menos seis destes há remoção das populações localizadas nas ZAS e nas Zonas Secundárias de Salvamento (ZSS), sendo certo que o número de pessoas retiradas de suas casas chega ao expressivo número de 1263. O referido estudo ainda revela que a construção de estruturas a jusante responde por mais da metade das remoções (FDTE,201).

Neste sentido, o estudo também aponta que o trauma advindo de um processo de realocação/remoção é inegável, haja vista que a população afetada, muitas vezes, perde os meios de sua subsistência, desorganiza seus laços sociais, dentre outros efeitos nefastos, vejamos como o estudo aborda essa questão:

A remoção ou relocação involuntária pode ser uma experiência traumática para as pessoas, perturbando sua noção de pertencimento ao lugar, resultando em perda de meios de subsistência, desorganização das suas redes sociais e ruptura de laços com a comunidade. Além de ocasionar prejuízos à qualidade vida e à saúde das pessoas atingidas, a relocação involuntária também implica prejuízos econômicos, com a interrupção das atividades produtivas locais, afetando a renda das famílias e indivíduos, devido ao fechamento ou inviabilização do funcionamento de estabelecimentos comerciais ou outros serviços.

O risco de rompimento das barragens é um fator de desvalorização dos imóveis localizados na ZAS e na ZSS, acentuado quando ocorre a evacuação dessas áreas. O valor de venda desses imóveis é rebaixado, assim como o valor de uso, ou seja, uma possível renda gerada por aluguel, devido à evasão de potenciais interessados na locação. (FTDE, 2021, p. 17).

A corroborar o exposto, a notícia veiculada no jornal “O Tempo” do dia 27/05/2021, evidencia que o processo de descaracterização é por demais traumático, havendo episódios, inclusive, de disputas judiciais discutindo indenizações entre os empreendedores e as populações afetadas pelo processo supracitado, as quais, segundo os moradores, gera estresse e desgaste mental incalculável (TEMPO, 2021).

Especificamente no que toca à saúde mental, aquelas barragens que estão passando ou passarão pelo processo de descaracterização e que se encontram em

nível de alerta de rompimento de n°3<sup>2</sup>, observa-se que a comunidade no entorno sofre com a insegurança de um possível rompimento, acionamento de sirenes decorrentes de exercícios simulados, incerteza quanto a um possível retorno para casa, ou seja, eventos caracterizadores de estresse mental excessivo, ocasionando problemas vinculados à depressão, ansiedade, dentre outros.

Outro efeito decorrente do processo é sentido pelas comunidades que estão situadas nos acessos aos locais de obras. Isto porque, as pessoas que residem nas estradas que dão acesso às barragens são obrigadas a conviver diariamente com o do deslocamento de máquinas e veículos pesados, os quais elevam o estresse da comunidade.

#### 4.3.2 IMPACTOS AMBIENTAIS NO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO DE BARRAGENS

Quando o assunto são os impactos ambientais, a FDTE apresentou dados no sentido de que, tão somente para obras de descaracterização, será necessário suprimir pelo menos 181 ha de vegetação nativa, ou seja, desmatamento propriamente dito (FDTE,2021).

Além deste, o mesmo estudo da FDTE elencou diversas implicações imediatas e mediatas provenientes do processo de descaracterização das barragens, tendo algumas dessas chamado mais atenção quando da realização deste trabalho.

Neste sentido, cita-se que o processo de descaracterização, segundo o estudo da FDTE, acarretará degradação da qualidade do ar, haja vista que os veículos e máquinas utilizados nas obras majoritariamente são alimentados mediante motores à combustão. Do mesmo modo, também é destacado o risco de degradação e contaminação do solo, o primeiro decorrente de processos como compactação, erosão e lixiviação, e o segundo poderá ser observado através da premente possibilidade de armazenamento ou infiltração no solo de combustíveis e óleos

---

<sup>2</sup> Nível 1 – quando detectada anomalia que resulte na pontuação máxima de 10 pontos (de acordo com o Anexo V da Portaria);

Nível 2 – quando o resultado das ações adotadas na anomalia referida for classificado como não controlado, de acordo com a definição do artigo 27; e

Nível 3 – a ruptura é iminente ou está ocorrendo.

A interpretação do nível 1, que é a primeira ação quando a anomalia é apenas detectada, necessita de análise com base no Quadro 3 do Anexo V da Portaria.

O Nível 2 significa que controles utilizados para solução da anomalia não deram resultado e o Nível 3 se dá quando a ruptura deve ocorrer, pois as medidas de solução se mostraram ineficientes, ou até já está acontecendo (DNPM, 2017).



lubrificantes oriundos dos veículos e máquinas necessários para realização das obras (FDTE, 2021).

Outra importante análise de impacto elencada pelo estudo da FDTE diz respeito à poluição visual e sonora. Neste sentido, a primeira se deriva de modificações da paisagem decorrentes da construção de pilhas destoantes do relevo natural, tais como estruturas de contenção de concreto a jusante. Já a segunda advém do aumento do ruído inerente às máquinas e veículos indispensáveis à realização das obras (FDTE, 2021).

A relação dos impactos catalogados pelo estudo realizado pela FDTE pode ser conferida na Tabela 3.

Tabela 3: Impactos sociais

#	Impacto	Explicação
01	Degradação do solo	Alteração de características físicas, químicas ou biológicas do solo, como compactação, perda de solo por erosão, lixiviação ou outros processos
02	Contaminação do solo	Forma de degradação do solo decorrente da introdução de substâncias ou resíduos por meio de depósito, armazenamento ou infiltração, principalmente no caso de vazamento de combustíveis e óleos lubrificantes
03	Degradação da qualidade do ar	Aumento da concentração de poluentes devido a emissões fugitivas nas áreas de obras, emissões de motores a combustão de veículos e equipamentos nas áreas de obra e nas vias de transporte
04	Degradação da qualidade águas superficiais	A qualidade da água é degradada devido ao lançamento ou vazamento de efluentes (por exemplo, efluentes de lavagem de equipamentos), resíduos e partículas sólidas, como aquelas provenientes de áreas de solo exposto
05	Redução da disponibilidade de água	Ao abstrair água de um manancial, a quantidade disponível para outros usos ou para a biota aquática é reduzida
06	Redução da área de hábitat natural/seminatural	Ambiente seminatural é empregado no sentido conceituado pelo Painel Intergovernamental de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos: um ecossistema com a maioria de seus processos e biodiversidade intactos, embora alterado por ação humana (IPBES, 2021)
07	Redução da área de hábitat antropizado	Hábitat antropizado é utilizado no sentido de hábitat modificado por ação humana, contendo grande proporção de espécies não nativas e/ou onde a atividade humana modificou substancialmente as funções ecológicas e a composição de espécies da área, a exemplo de áreas agrícolas e de plantios florestais homogêneos
08	Morte ou lesão de indivíduos da fauna	Pode ocorrer majoritariamente por atropelamento
09	Perturbação da fauna	Pode ocorrer devido a mudanças no ambiente, como aumento de ruído
10	Deterioração do ambiente sonoro	Este impacto refere-se ao ambiente sonoro (ou paisagem sonora) no qual vivem e trabalham pessoas da comunidade
11	Redução do estoque de recursos naturais	Redução de reservas de recursos minerais, em especial de materiais naturais de construção (areia, brita e cascalho) empregados nas obras
12	Impacto visual	Alterações da paisagem devido à formação de pilhas de materiais de relevo natural, movimentação de solo e rocha, inclusive exposição de solo e taludes desprovidos de vegetação
13	Incômodo e desconforto pessoal	Refere-se ao desconforto individual face a diferentes formas de poluição, como material particulado e ruído, mesmo que dentro de padrões legais, e ao tráfego de caminhões
14	Perda de locais de moradia, trabalho e convívio social	Nos casos em que há deslocamento involuntário, como na remoção de moradores e impedimento de atividades econômicas nas zonas de autossalvamento
15	Perda, deterioração ou descontextualização de bens culturais	Bens culturais podem ser afetados por destruição (como a escavação ou soterramento de um sítio arqueológico), porque o contexto paisagístico do entorno é drasticamente alterado (como no caso de uma edificação "ilhada" em uma área industrial)
16	Deterioração de vias públicas	Desgaste e deterioração do pavimento devido ao incremento do fluxo de veículos pesados
17	Aumento de tempos de viagem	Aumento do tempo de deslocamento de pessoas e do tempo de transporte de cargas devido ao incremento de tráfego de veículos pesados
18	Aumento do risco de transmissão de doenças	Disseminação de doenças transmissíveis, em particular Covid 19
19	Aumento do risco de comprometimento da saúde mental	Situações de estresse devido ao conhecimento de riscos associados à presença de barragens de rejeito, com possível desenvolvimento de transtornos como ansiedade em indivíduos expostos
20	Perda de valor imobiliário	Desvalorização de imóveis residenciais e comerciais situados nas zonas de autossalvamento e/ou nas imediações destas
21	Aumento / redução dos níveis de emprego	Haverá geração de novos postos de trabalho temporários durante as obras de descaracterização
22	Aumento da atividade econômica	Aumento da produção de bens, do fornecimento de serviços, de vendas do comércio e outras atividades econômicas
23	Capacitação da força de trabalho	Ao se tratar de projetos inovadores, as atividades de descaracterização requerem o desenvolvimento de novas habilidades do pessoal técnico e operacional e desenvolvimento tecnológico
24	Aumento da arrecadação tributária	A aquisição de bens e serviços é fator gerador do recolhimento de impostos e contribuições
25	Aumento da demanda de serviços públicos	No caso de barragens de rejeitos e obras de desativação, este impacto refere-se principalmente aos serviços de Defesa Civil
26	Restauração/ melhoria do estado de conservação de ambientes	Melhoria da condição de um ecossistema degradado como resultado de ações de recuperação, de regeneração natural ou da combinação de ambas
27	Mudanças climáticas	Mudança no estado do clima que pode ser identificada (por exemplo, usando testes estatísticos) por mudanças na média ou na variabilidade de suas propriedades e que persiste por longo período, tipicamente de décadas ou maior (IPCC, 2018)
28	Impactos indiretos em áreas externas provedoras de recursos naturais e de materiais, insumos e equipamentos utilizados nas obras	Impactos ambientais e sociais das atividades de produção de equipamentos, insumos, materiais naturais de construção e outras, para atender à demanda das obras de descaracterização, que ocorrem devido às atividades, produtos ou serviços de terceiros, realizadas fora das áreas de estudo

Fonte: FDTE, 2021

#### 4.3.3 POTENCIAIS MEDIDAS PARA MITIGAR OS IMPACTOS DO PROCESSO DE DESCARACTERIZAÇÃO DE BARRAGENS

São inegáveis os impactos socioambientais oriundos do processo de descaracterização de barragens, fato esse que demanda atuação do poder público e dos empreendedores donos das barragens cuja descaracterização está sendo realizada.

Neste sentido, como bem assevera o trabalho realizado pela FDTE, a despeito de existir diretrizes legais no sentido de determinar a realização do processo de descaracterização, a legislação ainda é omissa quando o assunto é a existência de um plano de ação e emergência para o processo de descaracterização propriamente dito (FDTE, 2021).

Por isso, diante do vazio normativo, o trabalho realizado pela FDTE cuidou de elencar algumas medidas para mitigar os impactos do processo de descaracterização, tendo sido destacado:

- A importância de haver uma atuação colaborativa das empresas para que estas desenvolvam programas de comunicação, formem repositórios de dados de monitoramento, promovam umectação de estradas, desenvolvam aplicativos para comunicar emergências, entre outros
- A importância de haver diálogo permanente entre os empreendedores e as comunidades diretamente afetadas, oportunidade na qual aqueles que estão “sofrendo” com o processo possam manifestar seus interesses e preocupações.
- A importância de desenvolver uma grande pesquisa objetivando entender preocupações, expectativas e percepção sobre a desativação/fechamento das barragens.
- A importância de investigar a saúde mental dos diretamente envolvidos no processo de descaracterização de barragens, bem como promover uma política séria de reassentamento e realocação daqueles envolvidos no processo, garantido a esses total suporte financeiro, assistencial, moral, entre outros
- A importância de promover as compensações florestais pela supressão do bioma quando da realização das obras de descaracterização da barragem, bem como intensificar o acompanhamento ambiental por ocasião das obras.

- A importância de se cobrar a implementação de relatórios consolidados de conclusão das obras de descaracterização (FDTE, 2021).

#### 4.4 ALTERNATIVAS PARA REAPROVEITAMENTO DE REJEITO

Tão importante quanto o processo de descaracterização em si, é compreender que a sociedade vem avançando no sentido de dar destinação ao rejeito que não seja a sua disposição em barragem.

Neste sentido, destaca-se o PL 1496/2019, que prevê a obrigatoriedade da destinação de parte dos resíduos de mineração para fabricação de materiais da construção civil por parte das empresas mineradoras (SENADO, 2019).

Segundo Borges (2008), o conhecimento dos rejeitos viabiliza o aproveitamento como subproduto na própria usina ou em outro segmento industrial, tornando possível seu reuso, diminuindo o impacto ambiental e criando receita no lugar de despesas para realizar o armazenamento ou gestão desse resíduo.

Sabendo da importância de tal aproveitamento, inúmeras pesquisas vêm sendo desenvolvidas propondo novos usos do rejeito, em substituição à construção de barragem. Apresento brevemente algumas a seguir:

- Utilização do rejeito de barragens de minério de ferro para produção de argamassas para revestimentos e assentamento de alvenarias (FONTES, 2013).
- Uso do rejeito de minério de ferro na construção de pavimentos urbanos ou rodoviários (BASTOS, 2013).
- Uso do rejeito de minério de ferro como pigmento na constituição de tintas usadas na construção civil (GALVÃO, 2017).
- Uso de rejeito de minério de ferro e resíduo de lã de vidro para produção de um cimento alcalino ativado para aplicação na construção civil (DEFÁVERI et al., 2019).

## 5. CONCLUSÕES

O objetivo principal deste Trabalho foi reunir os estudos e as legislações que abordam o indispensável processo de descaracterização de barragens no âmbito federal e no estado de Minas Gerais.

Considerando a imprescindibilidade do processo, que trará mais segurança à população e ao meio ambiente, observou-se que o Brasil e o estado de Minas Gerais avançaram bastante no objetivo de colocá-lo em prática. No entanto, ao longo do trabalho também se percebeu o pouco debate existente, nas diversas esferas de fiscalização a respeito dos importantes impactos sociais e ambientais decorrentes do processo de descaracterização de barragens.

Neste TCC não se buscou questionar a importância do que tem sido feito para dar efetividade às leis que determinaram a descaracterização de barragens, mas tão somente chamar atenção para fato de que esse processo é por demais complexo e precisa ser executado de modo a observar as suas consequências sociais e ambientais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Mineração - **Elaboração e apresentação de projeto de barragens para disposição de rejeitos, contenção de sedimentos e reservação de água**. Brasília, 2006. Disponível em <<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=3243>>. Acesso em 15 jun. 2021.

ÁVILA, Joaquim Pimenta. **Barragens de Rejeitos no Brasil**. Comitê Brasileiro de Barragens. Rio de Janeiro, CBDB 2012.

BASTOS, Lucas Augusto de Castro. **Utilização de rejeito de barragem de minério de ferro como matéria prima para infraestrutura rodoviária**. 2013. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto 2013. Disponível em: <[https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/6523/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O\\_Utiliza%c3%a7%c3%a3oRejeitoBarragem.pdf](https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/6523/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O_Utiliza%c3%a7%c3%a3oRejeitoBarragem.pdf) > Acesso em 15 jun. 2021.

BENTO, Gláucia Rodrigues. **Fechamento de barragens de contenção de rejeitos da mineração**. 2017. 128 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.

BORGES, Carlos Alberto de Moraes. **O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em <[https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-25092008-094741/publico/Dissertacao\\_CARLOS\\_BORGES\\_Parte\\_1.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-25092008-094741/publico/Dissertacao_CARLOS_BORGES_Parte_1.pdf)>. Acesso em 15 jun. 2021.

BRASIL. **Lei nº 12.234**, de 5 de maio de 2010. Brasília, 2010. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12234.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12234.htm)>. Acesso em 15 jun. 2021

\_\_\_\_\_. **Lei nº 12.334**, de 20 de setembro de 2010. Brasília: Planalto, 2010. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12334.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12334.htm)>. Acesso em 15 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 13.575**, de 26 de dezembro de 2017. Brasília, 2017. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2017/lei/l13575.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13575.htm)>. Acesso em 15 jun. 2021.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Portaria nº 70.389**, de 17 de maio de 2017. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2017. Disponível em <[https://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/20222904/do1-2017-05-19-portaria-n-70-389-de-17-de-maio-de-2017-20222835](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/20222904/do1-2017-05-19-portaria-n-70-389-de-17-de-maio-de-2017-20222835)>. Acesso em 15 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 14.066**, de 30 de setembro de 2020. Brasília: Planalto 2020. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2020/Lei/L14066.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14066.htm)>. Acesso em 15 jun. 2020.



\_\_\_\_\_. **Portaria nº 526**, de 09 de dezembro de 2013. Brasília, 2013. Disponível em <<https://williamfreire.com.br/areas-do-direito/direito-ambiental/portaria-no-526-de-09-dezembro-de-2013/>>. Acesso em 15 jun. 2021.

CARVALHO, Gécica Borges de. **Incidências de impactos decorrentes de acidentes com barragens de rejeito**. 2018. 207 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018.

CONAMA. **Resolução Conama nº 1**, de 23 de janeiro de 1986. Brasília, 1986. Disponível em <<http://www.ima.al.gov.br/wizard/docs/RESOLU%C3%87%C3%83O%20CONAMA%20N%C2%BA001.1986.pdf>>. Acesso em 15 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. **Resolução nº 237**, de 19 de dezembro de 1997. Brasília, 1997. Disponível em <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acesso em 15 jun. 21.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL. **Deliberação Normativa COPAM nº 62**, de 17 de dezembro de 2002. Belo Horizonte, 2002. Disponível em <<https://www.ceivap.org.br/barragem/Normativa-COPAM-MG-62-2002.pdf>>. Acesso em 15 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. **Deliberação normativa COPAM nº 87**, de 17 de junho de 2005. Belo Horizonte, 2005. Disponível em <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8251#:~:text=%C2%A7%202o%20%E2%80%93%20Em%20nenhuma,Art.>>>. Acesso em 15 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. **Deliberação normativa COPAM nº 124**, de 09 de outubro de 2008. Belo Horizonte, 2008. Disponível em <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8572>>. Acesso em 15 jun. 2021.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Portaria nº 237** de 18 de outubro de 2001. Brasília, 2001. Disponível em <[https://www.dnmpm-pe.gov.br/Legisla/Port\\_237\\_01.htm](https://www.dnmpm-pe.gov.br/Legisla/Port_237_01.htm)>. Acesso em 15 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. **Portaria nº 416**, de 03 de setembro de 2012. Brasília, 2012. Disponível em <[https://sistemas.anm.gov.br/publicacao/mostra\\_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=7230](https://sistemas.anm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=7230)>. Acesso em 15 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. **Portaria nº 14**, de 15 de janeiro de 2016. Brasília, 2016. Disponível em <<https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/barragens/portaria-dnmpm-14-2016-barragens-de-mineracao>>. Acesso em 15 jun. 2021.

ESTADO DE MINAS. **Vale conclui descaracterização da primeira das nove barragens a montante**. Belo Horizonte, 2019. Disponível em <[https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2019/11/27/interna\\_gerais,1104112/vale-conclui-descaracterizacao-da-primeira-das-nove-barragens-a-montan.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2019/11/27/interna_gerais,1104112/vale-conclui-descaracterizacao-da-primeira-das-nove-barragens-a-montan.shtml)>. Acesso em 15 jun. 2021.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Descaracterização e descadastramento de barragens alteadas pelo método de montante**. Belo

Horizonte: FEAM, 2021. Disponível em <<http://www.feam.br/gestao-de-barragens/descadastramento-e-descaracterizacao>>. Acesso em 15 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. **Inventário de Barragem do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2018. Disponível em <[http://www.feam.br/images/stories/2016/RESIDUOS\\_MINERA%C3%87%C3%83O/Invent%C3%A1rio\\_de\\_Barragens\\_2015\\_Final\\_V01.pdf](http://www.feam.br/images/stories/2016/RESIDUOS_MINERA%C3%87%C3%83O/Invent%C3%A1rio_de_Barragens_2015_Final_V01.pdf)>. Acesso em 15 jun. 2021.

FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DA ENGENHARIA (FDTE). **Avaliação Ambiental Integrada das Obras de Descaracterização das Barragens de Rejeitos Alteadas pelo Método a Montante no Estado de Minas Gerais**. Resumo para Consulta Pública. São Paulo, FDTE, 2021.

G1. **Brumadinho antes e depois**: veja imagens do rompimento de barragem da Vale. G1 – Minas Gerais. 2019. Disponível em <<https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2019/01/25/antes-e-depois-veja-imagens-do-rompimento-de-barragem-da-vale-em-brumadinho-mg.ghtml>>. Acesso em 15 jun. 2021.

GALVÃO, José Lucas Barros. Tintas imobiliárias de baixo custo com o uso de Rejeitos de Barragens de Minério de Ferro. Monografia (Graduação em Engenharia Civil – Escola de Minas – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017. Disponível em <[https://reciclos.ufop.br/sites/default/files/reciclos/files/tcc\\_jose\\_lucas.pdf?m=1567474528](https://reciclos.ufop.br/sites/default/files/reciclos/files/tcc_jose_lucas.pdf?m=1567474528)>. Acesso em 15 jun. 2021.

GARBRECHT, Günther. Wasserspeicher (Talsperren) in der Antike. **Antike Welt, 2nd special edition**: Antiker Wasserbau, p. 51-64, 1986.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. **Gestão e Manejo de Rejeitos da Mineração/Instituto Brasileiro de Mineração**; organizador, Instituto Brasileiro de Mineração. 1.ed. - Brasília: IBRAM, 2016.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 48140**, de 25 de fevereiro de 2021. Belo Horizonte, 2021. Disponível em <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=410041#:~:text=Regulamenta%20dispositivos%20da%20Lei%20n%C2%BA,2016%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A2ncias.>>. Acesso em 15 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. **Lei ordinária nº 23291**, de 25 de fevereiro de 2019. Belo Horizonte, 2019. Disponível em <<https://leisestaduais.com.br/mg/lei-ordinaria-n-23291-2019-minas-gerais-institui-a-politica-estadual-de-seguranca-de-barragens>>. Acesso em 15 jun. 2021.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Nota jurídica – Projeto de lei – Barragens**. Belo Horizonte: MPMG, 2020. Disponível em <<https://www.mpmg.mp.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=8A91CFA973284A9901732B1B83C001CA>>. Acesso em 15 jun. 2021.

O TEMPO. **Vale considera remoção de famílias em Itabira para descaracterizar barragens**. Belo Horizonte, 2021. Disponível em <<https://www.otempo.com.br/cidades/vale-considera-remocao-de-familias-em-itabira-para-descaracterizar-barragens-1.2491238>>. Acesso em 15 jun. 2021.



OLIVEIRA, Nathalia Capellini Carvalho de A grande aceleração e a construção de barragens hidrelétricas no Brasil. **Varia Historia** [online]. 2018, v. 34, n. 65 [Acessado 27 Junho 2021], pp. 315-346. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0104-87752018000200003>>. ISSN 1982-4343. <https://doi.org/10.1590/0104-87752018000200003>.

PEIXOTO, C. L. P. **Proposta de nova metodologia de desaguamento de rejeitos em polpa**. Ouro Preto, 2012, 93 p. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Ouro Preto, Núcleo de Geotecnia da Escola de Minas.

RICO, Mayte et al. Reported tailings dam failures: a review of the European incidents in the worldwide context. **Journal of hazardous materials**, v. 152, n. 2, p. 846-852, 2008. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304389407010837>>. Acesso em 16 jun. 2021.

SENADO. **Projeto de lei N° 1496**, de 2019. Brasília, 2019. Disponível em <<https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=7927520&ts=1613069930291&disposition=inline>>. Acesso em 15 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. Senado notícias. **Projeto destina rejeitos de mineração à construção civil**. Brasília, 2019. Disponível em <<https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2019/03/18/projeto-destina-rejeitos-de-mineracao-a-construcao-civil>>. Acesso em 15 jun. 2021.

SILVA, K. D. do C. e et al. Iron ore tailing-based geopolymer containing glass wool residue: a study of mechanical and microstructural properties. **Construction and Building Materials**, v. 220, p. 375-385, set. 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061819313601>>.

SOARES, L. Barragem de rejeitos. In: **Tratamento de minérios**, 5.ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010. Cap.19. p. 831-888.

SOUZA, Adriana Augusta de Moura; SOUZA, Geraldo Emediato de. Brumadinho: maior acidente do trabalho da história do Brasil: repercussão nas relações de trabalho. **Revista do Tribunal Regional do Trabalho da 2ª Região**, São Paulo, SP, n. 23, p. 60-66, 2020.

THOMÉ, Romeu; PASSINI, Matheus Leonardo. Barragens de rejeitos de mineração: características do método de alteamento para montante que fundamentaram a suspensão de sua utilização em Minas Gerais. **Ciências Sociais Aplicadas em Revista**, v. 18, n. 34, p. 49-65, 2018. Disponível em <<http://saber.unioeste.br/index.php/csaemrevista/article/view/19480>>. Acesso em 15 jun. 2021.

THOMÉ, Romeu; RIBEIRO, Luiz Gustavo Gonçalves. A descaracterização de barragens de rejeito e o plano de fechamento de mina como instrumentos de mitigação de riscos na mineração. **Veredas do Direito: Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável**, v. 16, n. 35, p. 63-85, 2019. Disponível em <<http://revista.domhelder.edu.br/index.php/veredas/article/view/1567>>. Acesso em 15 jun. 2021.

**VALE. Vale conclui a descaracterização da primeira das nove barragens a montante anunciadas no início do ano.** Sobre a Vale. 2019. Disponível em <<http://www.vale.com/brasil/pt/aboutvale/news/paginas/vale-conclui-a-descaracterizacao-da-primeira-das-nove-barragens-a-montante-anunciadas-no-inicio-do-ano.aspx>>. Acesso em 15 jun. 2021.