



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA-UFBA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM SEGURANÇA DE BARRAGENS:  
ASPECTOS TÉCNICOS E LEGAIS**

**MARIA AUXILIADORA SERRA R. COSTA**

**ANÁLISE CRÍTICA DA FISCALIZAÇÃO DAS BARRAGENS  
DE MINERAÇÃO NO BRASIL: UM ESTUDO COMPARATIVO  
COM O MODELO CANADENSE DA COLUMBIA  
BRITÂNICA.**

Salvador  
2019



**MARIA AUXILIADORA SERRA R. COSTA**

**ANÁLISE CRÍTICA DA FISCALIZAÇÃO DAS BARRAGENS  
DE MINERAÇÃO NO BRASIL: UM ESTUDO COMPARATIVO  
COM O MODELO CANADENSE DA COLUMBIA  
BRITÂNICA.**

Projeto de Pesquisa apresentado ao Curso de Especialização em Segurança de Barragens: Aspectos Técnicos e Legais, Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Especialista em Segurança de Barragens

Orientadora: Professora Terezinha Espósito, DSc.

Salvador  
2019



**MARIA AUXILIADORA SERRA R. COSTA**

**ANÁLISE CRÍTICA DA FISCALIZAÇÃO DAS BARRAGENS  
DE MINERAÇÃO NO BRASIL: UM ESTUDO COMPARATIVO  
COM O MODELO CANADENSE DA COLUMBIA  
BRITÂNICA.**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de ESPECIALISTA EM SEGURANÇA DE BARRAGENS, Escola Politécnica, da Universidade Federal da Bahia.

Aprovada em 31 de janeiro de 2019.

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Terezinha de Jesus Espósito – Orientadora  
Doutora em Geotecnia pela Universidade de Brasília, Brasília, Brasil  
Universidade Federal da Bahia

Prof.<sup>o</sup> Dr. <sup>o</sup> Carlos Henrique de Almeida Couto Medeiros  
Doutor em Geotechnical Engineering pela University of Newcastle Upon Tyne, Grã-Bretanha  
Ex-Professor titular da Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS



## AGRADECIMENTOS

Agradeço acima de tudo a Deus pela oportunidade que tive de ingressar neste curso. Isso se estende a todos que contribuíram para que isso pudesse se concretizar, especialmente ao meu marido, Luís Rodrigo, sem o seu amor e apoio incondicional não teria conseguido.

À minha família, que mesmo distante está sempre presente, norteando meu caminho e me estimulando para conquistas e crescimento pessoal.

Aos professores do curso de Especialização em Segurança de Barragem 2018-2019 e aos colegas de turma, pela amizade, apoio, atenção, incentivo, e por todo o conhecimento compartilhado.

O meu agradecimento especial à amiga Mônica pelo grande apoio.

Agradeço também, a minha professora-orientadora, Terezinha Espósito. Obrigado por permitir a concretização deste objetivo.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente participaram desta fase da minha vida, o meu muito obrigada!



*O tempo não para, não para, não, não para.  
Cazuza.*



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Método construtivo de montante .....	6
Figura 2 - Método construtivo de jusante .....	7
Figura 3 – Método Construtivo de Linha de Centro.....	8
Figura 4 – Método de disposição utilizando a técnica do empilhamento drenado.....	9
Figura 5 – Método de disposição utilizando a técnica do empilhamento a seco.....	10
Figura 6 – Efeito do rompimento da barragem da Herculano Mineração. ....	15
Figura 7– Efeito do rompimento Barragem de Fundão ao Distrito de Bento Rodrigues, localizado a jusante da barragem, no município de Mariana. ....	15
Figura 8 – Colapso da Barragem Córrego do Feijão. ....	16



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Disposição convencional em barragens de rejeitos.....	12
Quadro 2 - Disposição de rejeitos de alta densidade, espessados ou em pasta. ....	13
Quadro 3 - Disposição de rejeitos filtrados "a seco" .....	14
Quadro 4 - Exemplos de rupturas de barragens de contenção de rejeitos. ....	18
Quadro 5 - Sumário da Estrutura Regulatória das Barragens de Rejeitos no Canadá.....	35
Quadro 6 - Resumo dos pontos fortes e limitações: Destaques da Legislação Brasileira Lei 12.334/2010 e Portaria ANM 70389/2017. ....	46
Quadro 7 - Resumo dos pontos fortes e limitações: Destaques da Legislação Canadense. ....	46
Quadro 8 - Análise Comparativa. ....	47



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação das Barragens quanto ao Risco e Dano Potencial .....27



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANM	Agência Nacional de Mineração
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
BAP	Best Practices Available
BAT	Best Technology Available
BM	Barragem de Mineração
CBDB	Comitê Brasileiro de Grandes Barragens
CDA	Canadian Dam Association
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CNSB	Conselho Nacional de Segurança de Barragens
CREA	Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia
CRI	Categoria de Risco
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
DPA	Dano Potencial Associado
IBAMA	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente
ICOLD	International Commission on Large Dam
ISRB	Inspeção de Segurança Regular de Barragem
ISE	Inspeção de Segurança Especial de Barragem
MAC	Mining Association of Canadá
NBR	Normas Brasileiras Regulamentadoras
PLS	Projeto de Lei do Senado
PSB	Plano de Segurança de Barragem
PNSB	Política Nacional de Segurança de Barragem
RSB	Relatório de Segurança de barragem
RPSB	Revisão Periódica de Segurança de Barragem
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SIGBM	Sistema Integrado de Gestão de Barragens de Mineração
SNISB	Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens
TSM	Towards Sustainable Mining
ZAS	Zona de Autossalvamento
ZSS	Zona de Salvamento Secundária



## RESUMO

As dificuldades e desafios da fiscalização de barragens no Brasil derivam principalmente do processo ainda recente de implementação da Lei nº 12.334 da Política Nacional de Segurança de Barragens. Esta pesquisa destina-se a contribuir com essa lei, a partir da realização da análise crítica dos aspectos da mesma, relacionados à fiscalização de barragens de mineração no Brasil, comparando com a regulação e prática canadense da província da Columbia Britânica. Serão revistos todos os padrões de fiscalização de segurança de barragem adotados pela Agência Nacional de Mineração (ANM), instituição responsável pela regulamentação e fiscalização do projeto, construção, operação e manutenção de barragens e preparação para emergências. O trabalho realizou uma ampla pesquisa bibliográfica e análise comparativa dos atuais marcos regulatórios, brasileiro e canadense. No caso das normativas brasileiras, a pesquisa revisou não só o texto da Lei nº 12.334, mas também a Portaria ANM nº 70.389/2017 da Agência Nacional de Mineração e suas alterações que regula o tema. No marco regulatório canadense, revisou-se principalmente a normativa de Segurança de Barragens e o Ato de Sustentabilidade das Águas da Província da Columbia Britânica, as principais diretrizes e protocolos da Associação de Barragens do Canadá (CDA) e da Associação de Mineração do Canadá (MAC). Foram observadas similaridades entre os marcos regulatórios e algumas diferenças também foram identificadas na análise comparativa e na conclusão da pesquisa. São sumarizados os pontos positivos e oportunidades de melhoria de ambos os marcos regulatórios e práticas. A participação e a contribuição das associações profissionais na promoção e desenvolvimento da melhoria dos padrões de segurança da indústria de mineração no Canadá, não poderiam ser dissociadas dessa pesquisa em função da relevância da sua contribuição técnica ao setor.

Palavras-Chave: Barragem, Segurança, Rejeitos, Regulação.



## **ABSTRACT**

The difficulties and challenges of dam inspection in Brazil derive mainly from the recent process of implementation of Law No. 12,334 of the National Policy on Dam Safety. This research aims to contribute to this law, from the critical analysis of the aspects of the law related to the inspection of mining dams in Brazil, comparing with the Canadian regulation and practice of the province of British Columbia. All the dam safety inspection standards adopted by the National Mining Agency, responsible for the regulation and inspection of the project, construction, operation and maintenance of dams and emergency preparedness will be reviewed. The work carried out an extensive bibliographical research and comparative analysis of the current Brazilian and Canadian regulatory frameworks. In the case of Brazilian regulations, the survey reviewed not only the text of Law 12.334 but also ANM Ordinance No. 70.389 / 2017 of ANM that regulates the subject. In the case of Canada, the Dams Safety standard and the British Columbia Provincial Water Act were revised, the main guidelines and protocols of the Canadian Bar Association (CDA) and the Canadian Mining Association (MAC). Similarities were observed between the regulatory frameworks and some differences were also identified in the comparative analysis and at the conclusion of the research. The positive points and opportunities for improvement of both regulatory and practical milestones are summarized. The participation and contribution of professional associations in promoting and developing the safety standards of the mining industry in Canadá could not be dissociated from this research in view of the relevance of its technical contribution to the sector.

Keywords: Dam, safety, tailings, regulatory



## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	VI
LISTA DE QUADROS .....	VII
LISTA DE TABELAS .....	VIII
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....	IX
INTRODUÇÃO .....	1
1. CAPÍTULO I – REVISÃO DE LITERATURA.....	4
1.1 BARRAGEM DE REJEITOS DE MINERAÇÃO.....	4
1.1.1 Métodos Construtivos .....	5
1.1.1.1 Método de Montante.....	6
1.1.1.2 Método de Jusante .....	7
1.1.1.3 Método de Linha de Centro .....	8
1.1.2 Rejeitos desaguados e empilhados.....	9
1.2 ACIDENTES COM BARRAGENS DE REJEITOS .....	15
1.3. LEI DE SEGURANÇA DE BARRAGEM .....	19
1.3.1 Fiscalização .....	22
1.3.2 O papel da Agência Nacional de Mineração e a Fiscalização .....	24
1.3.3. Cadastramento .....	26
1.3.4. Revisão Periódica de Segurança da Barragem.....	28
1.3.5. Inspeções Regulares de Segurança de Barragem .....	30
1.4 FISCALIZAÇÃO DE BARRAGENS DE REJEITOS NO CANADÁ.....	33
1.4.1 Estrutura Regulatória Canadense .....	34
1.4.2 Marcos Regulatórios e Diretrizes .....	35
1.4.2.1 Código de Minas para Saúde, Segurança e Reabilitação da Província da Columbia Britânica (Ministério da Energia e Minas, 2017) .....	36
1.4.2.2 Guia de Gerenciamento das Instalações de Rejeitos da Associação de Mineração do Canadá (MAC, 2017).....	37
1.4.2.3 Diretrizes de Segurança de Barragens (CDA, 2007, Edição 2013).....	39
2. CAPÍTULO II - MATERIAIS E MÉTODOS .....	41
3. CAPÍTULO III - RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	42
4. CAPÍTULO IV – CONCLUSÕES.....	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	56



ANEXO 1.....	60
ANEXO 2.....	71



## INTRODUÇÃO

A atividade de mineração gera uma enorme quantidade de rejeitos que precisam ser dispostos segura, ambiental e economicamente (ARAÚJO, 2006). Neste contexto, as mineradoras necessitam em seus projetos ou planejamento de longo prazo, incorporar ao seu plano diretor, alternativas de disposição destes materiais. A maior parte da disposição de rejeitos de beneficiamento ainda se faz por barragens de rejeitos, cuja função principal é a contenção dos mesmos e, por objetivo secundário, a preservação de água para o reuso na mina e/ou no beneficiamento. Além disso, barragens de rejeito são estruturas geotécnicas enormes, algumas quilométricas, que devem permanecer estáveis por períodos de tempo muito longos, normalmente maiores que a própria vida útil da mina.

Os desafios da fiscalização de barragens no Brasil derivam principalmente do processo ainda recente de implementação da Lei de Segurança de Barragem e, portanto, da atualização e complementação da lei, na medida em que se capacitam novas gerações de especialistas na nova cultura de segurança de barragens e se acumula conhecimento e experiência na aplicação dos instrumentos definidos pela Política Nacional de Segurança de Barragem – PNSB. Fiscalização, em geral, consiste num processo de verificação contínua de atividades reguladas, objetivando apurar se estão sendo executadas de acordo com as normas preconizadas nas leis que a regulam.

No caso da fiscalização de segurança de barragens de rejeitos, que são obras de engenharia multidisciplinares sofisticadas com impactos sociais e ambientais relevantes, o foco não está apenas em verificar o cumprimento dos normativos legais que disciplinam a engenharia desses projetos complexos (fatores de segurança, resistência de materiais, etc.), mas, sobretudo, em identificar, quantificar e assegurar as melhores práticas de gestão operacional, de manutenção e de monitoramento das estruturas e dos seus equipamentos, que asseguram, ao final, a estabilidade e integridade do barramento, de forma que os riscos humanos e sociais sejam toleráveis.



A legislação e diretrizes fiscalizatórias de Segurança de Barragens foram estabelecidas recentemente pelos órgãos reguladores, o que, por sua vez, provoca debates sobre sua adequação e eficácia à realidade brasileira.

O objetivo deste trabalho é contribuir com o debate sobre a lei de segurança de barragem, a partir da realização da análise crítica dos aspectos relacionados à fiscalização de barragens de mineração no Brasil, comparando com a regulação e prática canadense da província da Columbia Britânica.

Pretende-se realizar uma ampla pesquisa bibliográfica e análise comparativa dos atuais marcos regulatórios, brasileiro e canadense. No caso das normativas brasileiras, a pesquisa revisou não só o texto da Lei nº 12.334, mas também a Portaria ANM nº 70.389/2017 da Agência Nacional de Mineração e suas alterações que regula o tema. No marco regulatório canadense, revisou-se principalmente a normativa de Segurança de Barragens e o Ato de Sustentabilidade das Águas da Província da Columbia Britânica, as principais diretrizes e protocolos da Associação de Barragens do Canadá (CDA) e da Associação de Mineração do Canadá (MAC).

O propósito é incentivar a melhoria dos padrões de segurança nas práticas e procedimentos de fiscalização que a Agência Nacional de Mineração utiliza ou exige daqueles que regulam a investigação, projeto, construção, operação e manutenção de barragens e preparação para emergências.

A segurança de barragem é alcançada à medida que as decisões técnicas e de gestão durante todas as etapas do projeto estiverem reconhecidamente em conformidade com os aspectos de segurança, através de um processo contínuo e dinâmico, no qual as diretrizes, práticas e procedimentos são examinados e implementados periodicamente. Os procedimentos técnicos precisam mudar com o avanço tecnológico e as percepções da sociedade. Os responsáveis devem assegurar que as práticas deficientes sejam corrigidas ou substituídas, e que as práticas bem-sucedidas sejam replicadas através de procedimentos de normatização e regulação de qualidade.

Fiscalizar e monitorar barragens existentes ou em construção com o objetivo de reagir rapidamente a um desempenho inadequado ou a sinais de perigo é uma obrigação estabelecida



pela lei de segurança que pode salvar vidas. O monitoramento e fiscalização cuidadosos, aliados a uma resposta rápida podem evitar catástrofes ambientais como a que vivenciamos no caso da Barragem do Fundão da Samarco Mineração.



## 1. CAPÍTULO I – REVISÃO DE LITERATURA

### 1.1 *DISPOSIÇÃO DE REJEITOS DE MINERAÇÃO*

A disposição de rejeitos em reservatórios criados por diques de contenção ou barragens é o método mais comumente usado nos empreendimentos de mineração. Estas barragens ou diques podem ser de materiais de empréstimo (tipo solo natural) constituindo barramentos convencionais ou ser construídos e alteados com os próprios rejeitos de beneficiamento, sendo classificados, neste caso, como barragens de contenção alteadas com rejeitos. Entende-se por rejeitos, resíduos resultantes de processos de beneficiamento, a que são submetidos os minérios, visando extrair os elementos de interesse econômico (ESPÓSITO, 2000).

Na disposição dos rejeitos, além dos aspectos intrínsecos da construção e da segurança das estruturas, é necessário que o reservatório formado para conter o material seja estanque para impedir a infiltração dos efluentes perigosos como soluções contendo cianetos, metais pesados ou com pH muito ácido. Nestes casos, a investigação geológico-geotécnica é de grande importância, podendo ser necessária a impermeabilização dos reservatórios.

Em função do tipo de minério processado e dos tratamentos adotados podem ser encontrados rejeitos com variadas características geotécnicas, físico-químicas e mineralógicas. Os rejeitos, quando de granulometria fina, são denominados lama, e quando de granulometria grossa (acima de 0,074 mm), são denominados rejeitos granulares (ESPÓSITO, 2000).

O transporte dessas polpas minerais para os reservatórios ou lagos de rejeitos é realizado com auxílio da gravidade, por meio de calhas abertas ou valetas e, mais comumente, por tubulação, com ou sem bombeamento. Este é determinado, basicamente, pela diferença de cota entre a usina de beneficiamento e a área onde se dará a disposição dos rejeitos e, ainda, pelo comprimento da tubulação e das perdas de carga resultantes. Este método permite o transporte do rejeito a grandes distâncias, por um custo operacional relativamente baixo. Os rejeitos quando filtrados podem ainda, ser transportados por caminhões de mina, geralmente fora de estradas, teleférico, correia transportadora ou uma combinação de qualquer dos



métodos citados.

### *1.1.1 Métodos Construtivos*

A construção de barragens de rejeito é um processo contínuo, isto é, desenvolve-se praticamente durante toda a vida da mina, possibilitando o acompanhamento da performance das possíveis modificações e aprimoramentos do projeto inicial. Desse modo, pode-se dispor com segurança, da totalidade dos rejeitos gerados no processamento, minimizando os riscos ambientais do projeto.

As barragens de contenção de rejeitos são estruturas construídas ao longo do tempo visando à diluição dos custos no processo de extração mineral, por meio de alteamentos sucessivos. Assim, um dique de partida é construído inicialmente e a barragem passa por alteamentos ao longo de sua vida útil, podendo ser construída com material compactado proveniente de áreas de empréstimo, ou com o próprio rejeito, através de basicamente três métodos: i) montante, ii) jusante ou iii) linha de centro. Estas denominações referem-se à direção do deslocamento do eixo da barragem em relação ao dique inicial, conforme ocorrem os alteamentos.

Os métodos de alteamento por montante e pela linha de centro têm vantagens econômicas relevantes, pois apresentam redução do custo de implantação e têm os custos de construção e operacional distribuídos no tempo. Entretanto, pelo fato de o alteamento das estruturas ocorrer sempre sobre os próprios rejeitos mais ou menos saturados, a probabilidade de instabilização dessas estruturas é sempre uma grande preocupação.

O estado atual da prática na gestão de rejeitos continua a se concentrar no espessamento dos rejeitos na usina de beneficiamento (dependendo da natureza dos rejeitos, e seu teor e tipo de argila mineral), permitindo seu transporte como lama usando bombas centrífugas relativamente baratas para a barragem. Os rejeitos espessados ou em pasta que requerem bombeamento usando bombas de deslocamento positivo dispendiosas e sensíveis, são raramente produzidos para descarte em uma superfície para disposição (embora os rejeitos de pasta cimentada fornecidos sob gravidade sejam cada vez mais usados como aterro subterrâneo).

A filtração de rejeitos está restrita principalmente a regiões com escassez severa de água, como o Deserto de Atacama, no Chile, e rejeitos metalíferos (compreendendo uma farinha de rocha moída, com conteúdo mineral desprezível de argila), para maximizar a recuperação da água na planta.

Existem alguns movimentos em direção à filtragem de rejeitos e/ou co-disposição com resíduos de grãos grossos; por exemplo, o sistema GeoWaste sendo testado pela Goldcorp, mas esses aplicativos atualmente são poucos e distantes entre si.

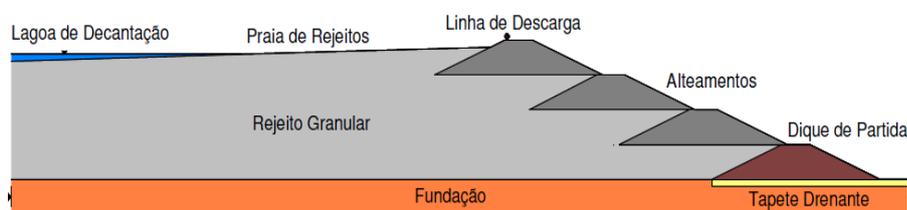
A seguir são apresentadas configurações específicas para construção de barragens de rejeitos, assim como algumas vantagens e desvantagens de cada método.

#### 1.1.1.1 Método de Montante

O método de montante é o mais antigo, simples e econômico método de construção de barragens. A execução deste tipo de barragem compreende a construção inicial de um dique de partida, normalmente de material argiloso ou enrocamento compactado. Realizada esta etapa, o rejeito é lançado por canhões em direção a montante da linha de simetria do dique, formando assim a praia de deposição, que se tornará a fundação e eventualmente fornecerá material de construção para o próximo alteamento. Este processo continua sucessivamente até que a cota final prevista em projeto seja atingida (ARAUJO, 2006).

De acordo com Troncoso (1997), o método de montante para alteamento de barragens de rejeito é o mais econômico em curto prazo, pois permite obter a menor relação entre volumes de areia/lama, mas também o mais inseguro.

Figura 1 - Método construtivo de montante



Fonte: Albuquerque Filho, (2004).

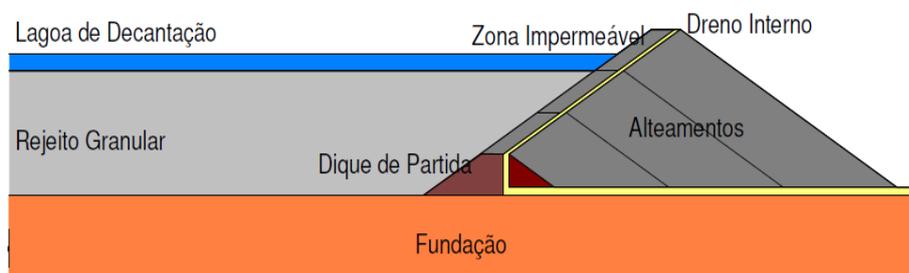
### 1.1.1.2 Método de Jusante

No método de jusante, a etapa inicial consiste na construção de um dique de partida, normalmente de solo ou enrocamento compactado, e após realizada esta etapa, os alteamentos subsequentes são realizados para jusante do dique de partida. Este processo continua sucessivamente até que a cota final prevista em projeto seja atingida.

De acordo com Klohn (1981), as vantagens envolvidas no processo de alteamento para jusante consistem no controle do lançamento e da compactação, de acordo com técnicas convencionais de construção e nenhum alteamento ou estrutura da barragem é construída sobre o rejeito previamente depositado. Além disso, os sistemas de drenagem interna podem ser instalados durante a construção da barragem e prolongados durante seu alteamento, permitindo o controle da linha de saturação na estrutura da barragem e aumentando sua estabilidade. A barragem também pode ser projetada e construída apresentando a resistência necessária ou requerida, inclusive resistir a qualquer tipo de forças sísmicas, desde que projetadas para tal, visto que há a possibilidade de atendimento integral das especificações de projeto.

Entretanto, barragens alteadas pelo método de jusante necessitam de maiores volumes de material para construção, apresentando maiores custos associados ao processo de ciclonagem ou ao empréstimo de material. Além disto, com este método, a área ocupada pelo sistema de contenção de rejeitos é muito maior, devido ao progresso da estrutura para jusante em função do acréscimo da altura (ARAUJO, 2006).

Figura 2 - Método construtivo de jusante



Fonte: Albuquerque Filho (2004)

### 1.1.1.3 Método de Linha de Centro

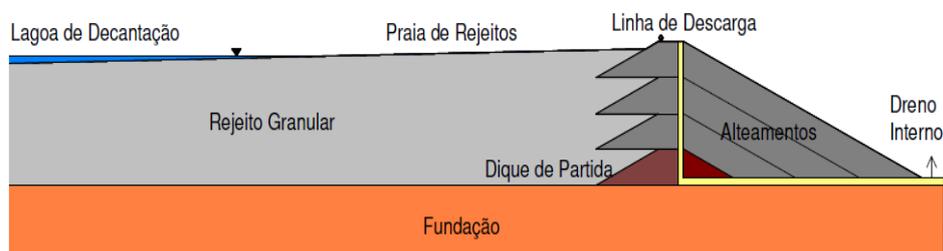
As Barragens alteadas pelo método de linha de centro apresentam uma disposição intermediária entre os dois métodos citados anteriormente, apresentando vantagens dos mesmos, ao mesmo tempo em que tentam minimizar suas desvantagens.

Segundo Assis & Espósito (1995):

o comportamento geotécnico do método de linha de centro se assemelha mais a barragens alteadas para jusante, constituindo uma variação deste método, onde o alteamento da crista é realizado de forma vertical, sendo o eixo vertical dos alteamentos coincidente com o eixo do dique de partida.

Neste método, torna-se possível a utilização de zonas de drenagem internas em todas as fases de alteamento, o que possibilita o controle da linha de saturação e promove uma dissipação das poro-pressões, tornando o método apropriado para utilização inclusive em áreas de alta sismicidade.

Figura 3 – Método Construtivo de Linha de Centro



Fonte: Albuquerque Filho (2004)

Araújo (2006) salienta que a escolha do método de execução mais adequado dependerá de uma série de fatores tais como: tipo de processo industrial, características geotécnicas e nível de produção de rejeitos, necessidade de reservar água, necessidade de controle de água percolada, sismicidade topografia, hidrologia, hidrogeologia, custo e exigências regulatórias.

Com rejeitos grossos e em topografia acidentada, as barragens em vale, alteadas pelo método de montante têm se mostrado de maior facilidade de execução e mais economicamente viáveis, tendo sido as preferencialmente adotadas pelas empresas mineradoras nas décadas passadas. Entretanto, os acidentes catastróficos recorrentes em

Mariana e Brumadinho colocam em dúvida a segurança do método. Tais estruturas a montante necessitam de maiores cuidados na sua gestão operacional e descomissionamento. Desde 2016, através do Decreto N° 46.993, o estado de Minas Gerais restringiu o licenciamento ambiental de novos projetos utilizando esta técnica construtiva de sistemas de deposição de rejeitos de beneficiamento, permitindo apenas a construção dos barramentos com metodologia a jusante e a linha de centro.

### *1.1.2 Rejeitos desaguados e empilhados*

Alternativamente, como técnica de deposição a seco, o empilhamento drenado caracteriza-se por utilizar uma estrutura impermeável de barramento, adotando sistema drenante, que não retém a água livre que sai dos poros dos rejeitos. Este tipo de disposição é mais seguro e indicado quando o rejeito possui granulometria arenosa ou quando na própria usina de beneficiamento se faz a separação do rejeito em lama (fino) do rejeito (grosso), e os rejeitos são dispostos em locais diferentes, ou seja, o rejeito fino é lançado para uma barragem convencional, por exemplo, e o rejeito grosso é utilizado para a formação da pilha drenada de rejeitos granulares, Figura 4 ilustra a referida técnica utilizada numa operação de mina na Austrália.

Figura 4- Método de disposição utilizando a técnica do empilhamento drenado.



Fonte: Mining Magazine. Disponível em: <http://www.miningmagazine.com/operational-excellence/news>

O empilhamento drenado libera esta água por meio de um sistema de drenagem interna, de grande capacidade de vazão, ligada aos rejeitos do reservatório. Este método tem sido utilizado no Brasil desde a década de 80, embora em poucos casos. É interessante notar que na Europa, surgiu recentemente a expressão *pervious dam* para designar um “novo método” que está sendo proposto para reduzir o potencial de dano.

Outra tecnologia de disposição a seco, o método “*Dry Stacking*”, Figura 5, Empilhamento a Seco, é antigo e muito utilizado pelas empresas de alumínio para disposição econômica de rejeitos de resíduo de produção de alumina (*red mud*). Neste método o rejeito fino (em geral de granulometria passando na peneira 400) é adensado em espessadores até teores de sólidos elevados, acima de 50%, filtrado e transportado para um reservatório onde sua superfície é exposta à evaporação com o teor de sólidos crescendo até valores da ordem de 90%. A utilização desta tecnologia é vista como substituta universal das barragens de rejeito, o que na verdade, pode não ocorrer, pois a necessidade de filtragem dos rejeitos exige características reológicas destes que viabilizem a instalação de uma operação de filtragem.

Figura 5 – Método de disposição utilizando a técnica do empilhamento a seco.



Fonte: Tailings.info. Disponível em: <http://www.tailings.info/disposal/drystack.htm>.

### 1.1.3 Principais Fatores Operacionais e de Projeto para seleção, projeto e operação de Instalações de Rejeito

Nos quadros a seguir, são consolidados e sumarizados diversos aspectos do estado da arte da prática e da pesquisa de cada uma das três principais tecnologias de disposição de



rejeitos. São comparadas as três alternativas: Quadro 1 - Disposição convencional de rejeitos em barragens, Quadro 2 - Disposição de rejeitos de alta densidade, espessados ou em pasta e Quadro 3 - Disposição de rejeitos filtrados a seco.

Na comparação entre as três alternativas, discutem-se os pontos positivos e limitações de cada tecnologia, riscos físicos e geoquímicos associados a cada opção, relacionando os custos de investimento e operacional envolvidos. As informações constam de um Estudo sobre tecnologias de Gerenciamento de Rejeitos utilizadas em minas canadenses, elaborado pela empresa Klohn Crippen Berger em 2017, patrocinado pela Associação de Mineração do Canadá.



Quadro 1- Disposição convencional em barragens de rejeitos.

<b>Quadro - 1</b>	
<b>DISPOSIÇÃO CONVENCIONAL EM BARRAGENS DE REJEITOS</b>	
<b>Pontos fortes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilmente aplicada aos diferentes tipos de rejeitos;</li> <li>• Rejeitos dispostos entre 10 e 20 metros de profundidade, consolidam com densidades similares aquelas de rejeitos espessados ou em pasta;</li> <li>• Grande flexibilidade operacional no gerenciamento do balanço de água devido á capacidade de atenuação do reservatório;</li> <li>• Condição de saturação de rejeitos com potencial de drenagem ácida;</li> <li>• Pode ser desativada como depósito seco.</li> </ul>
<b>Limitações</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existem diversos projetos de barragens, com riscos intrínsecos a cada um. Embora rompimentos de barragens sejam incomuns, as consequências do rompimento podem ser catastróficas;</li> <li>• Exigem uma significativa quantidade de esforço de gestão e projeto durante a longa vida operacional de forma a reduzir os riscos a um nível aceitável;</li> <li>• Os riscos associados com as barragens construídas “a montante” podem ser subestimados e o baixo investimento nestas estruturas pode dominar o critério de sua seleção;</li> <li>• O gerenciamento de água deve ser criterioso para evitar estocar água demais no reservatório, mantendo o volume contingencial de segurança; evitar transferir os excessos de água do site para o reservatório;</li> <li>• O gerenciamento de água ao longo do tempo pode ser difícil provocando níveis altos no reservatório, principal fator de risco destas estruturas;</li> <li>• Segregação dos rejeitos, pode causar problemas devido á geração de drenagem ácida na fração arenosa da praia e /ou lenta consolidação nas áreas com frações finas.</li> </ul>
<b>Risco Físico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O mais alto durante a operação;</li> <li>• O lago da barragem aumenta a consequência e a probabilidade de ruptura;</li> <li>• Rejeitos saturados pouco consolidados tem potencial de mobilidade se a água do lago é liberada pela ruptura.</li> </ul>
<b>Risco Geoquímico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O mais alto durante a operação e o fechamento;</li> <li>• Rejeitos sulfetados podem gerar drenagem ácida, contudo, existem exemplos de sucesso de gerenciamento de drenagem ácida;</li> <li>• Em clima adequados, a capacidade de saturar os rejeitos para gerenciar a drenagem ácida é uma vantagem importante desta metodologia.</li> </ul>
<b>Custos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipicamente, a opção de menor investimento e custo operacional;</li> <li>• A drenagem ácida pode implicar em custos elevados de gestão da água;</li> <li>• O custo total operacional pode ser substancial se o fechamento é demorado e o gerenciamento ativo da água for necessário.</li> <li>• Custo do rompimento pode ser imenso.</li> </ul>

Fonte: MEND (2017).



Quadro 2 - Disposição de rejeitos de alta densidade, espessados ou em pasta.

<b>Quadro - 2</b>	
<b>DISPOSIÇÃO DE REJEITOS DE ALTA DENSIDADE, ESPESSADOS OU EM PASTA</b>	
<b>Pontos fortes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevada recuperação de água durante processamento, portanto menos água a ser gerenciada na disposição de rejeitos</li> <li>• Evita a segregação dos rejeitos, produzindo rejeitos com baixo potencial de condutividade hidráulica e elevada capacidade de retenção de umidade;</li> <li>• Se projetada corretamente, pode ser desativada mais como depósito seco do que depósito convencional;</li> <li>• A ruptura se ocorrer, consistirá num desmoronamento local cujas consequências serão restritas a uma distância 20 vezes a altura da pilha a não ser que o desmoronamento atinja um curso de água.</li> </ul>
<b>Limitações</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espessadores e filtros requerem disciplina operacional e estão sujeitos a problemas associados a variabilidade dos rejeitos ou falhas operacionais.</li> <li>• Pode levar meses ou anos para otimizar um sistema de espessamento e filtragem para produzir um rejeito de alta densidade consistente que normalmente contém 5% mais água que a projetada;</li> <li>• Bombas de deslocamento positivo podem ser necessárias para transportar esses rejeitos espessados, as quais são mais caras e difíceis de operar;</li> <li>• Os taludes de disposição são difíceis de prever e variarão a depender das práticas operacionais, propriedades dos rejeitos e condições climáticas;</li> <li>• Se o tempo de secagem para a consolidação não for suficiente em climas úmidos, necessita de áreas maiores de secagem e rotação dos pontos de descarga;</li> <li>• Tipicamente, o layout de disposição não tem como acomodar a água da chuva da estação. Por essa razão, estocagem externa é necessária para gerenciar esses fluxos adicionais;</li> <li>• Chuvas e vento podem facilitar a erosão dos taludes.</li> </ul>
<b>Risco Físico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O mais alto durante a operação e fechamento;</li> <li>• Requer algum gerenciamento de água na superfície dos rejeitos;</li> <li>• Os rejeitos têm potencial de mobilidade (não são compactados) e não estão contidos por diques ou barragens num evento de desmoronamento</li> </ul>
<b>Risco Geoquímico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O mais alto durante a operação e o fechamento;</li> <li>• Operações em pequena escala podem ser bem sucedidas e controlarem a drenagem ácida sem represamento de água, mas operações em larga escala apresentam alto risco de drenagem ácida em comparação com barragens convencionais.</li> </ul>
<b>Custos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investimento e custo operacional mais elevado em comparação com a disposição convencional e se ocorre drenagem ácida, o custo de gestão da água será imenso; O custo total operacional pode ser substancial se o fechamento é demorado e o gerenciamento ativo da água for necessário;</li> <li>• Custo do rompimento pode ser significativo, no caso de grandes áreas e a ruptura por liquefação ocorrer. Contudo, existem poucas disposições de grande porte no mundo e não existe precedente de rupturas com graves consequências.</li> </ul>

Fonte: MEND (2017).



Quadro 3 - Disposição de rejeitos filtrados "a seco"

<b>Quadro - 3</b>	
<b>DISPOSIÇÃO DE REJEITOS FILTRADOS “A SECO”</b>	
<b>Pontos fortes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite a disposição em áreas com topografia íngreme, com restrição de espaço ou em circunstâncias onde a disposição convencional é impraticável;</li> <li>• Possibilita elevada recuperação de água durante processamento o que é imprescindível em regiões onde a água é escassa;</li> <li>• Mais flexibilidade para a estratégia de empilhamento e configuração final, permitindo a recuperação ambiental progressiva;</li> <li>• Mais susceptível ao fechamento a seco e restauração paisagística do local;</li> <li>• A ruptura consistirá num desmoronamento local e as consequências serão restritas a uma distância 10 vezes a altura da pilha a não ser que o desmoronamento atinja um curso de água.</li> </ul>
<b>Limitações</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podem não ser aplicáveis a todos os tipos de rejeitos (rejeitos com alto teor de argila são mais difíceis de filtrar);</li> <li>• Filtros requerem disciplina operacional e estão sujeitos a problemas da variabilidade dos rejeitos ou falhas operacionais. São necessárias estruturas adicionais para estocagem de rejeitos no caso de problemas na filtragem;</li> <li>• Trafegabilidade nas superfícies dos rejeitos filtrados pode ser um desafio;</li> <li>• A disposição é mais desafiadora em climas úmidos e frios. São necessárias coberturas para os períodos úmidos quando a disposição é interrompida;</li> <li>• Disposição com transportador de correia ou caminhão e carregadeira pode ser difícil para altas produções; Requer zonas estruturadas, construídas de rejeitos compactados para contenção; necessita de áreas externas de estocagem de água para gerenciar a drenagem e outras fontes de água no site;</li> <li>• Chuvas e vento podem facilitar a erosão dos taludes. Contudo, algumas estruturas a seco podem ser estagiadas para recuperação progressiva o que ajuda a controlar a erosão; dificilmente permitem o gerenciamento de drenagens ácidas; Exige um maior consumo de energia elétrica.</li> </ul>
<b>Risco Físico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe o risco associado a dificuldade de se atingir consistentemente as especificações de umidade do material a ser lançado, o que aumenta a probabilidade de ruptura;</li> <li>• Sem precedentes em operações de grande porte.</li> </ul>
<b>Risco Geoquímico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O mais alto durante a operação;</li> <li>• Os rejeitos parcialmente saturados oxidarão e gerarão drenagem ácida. Contudo, compactação efetiva, e progressiva recuperação pode ajudar no controle da drenagem ácida e reduzir a água ativa no empilhamento;</li> <li>• Operações em larga escala apresentam alto risco de drenagem ácida em comparação com operações em pequena escala e barragens convencionais.</li> </ul>
<b>Custos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipicamente, o maior investimento e custo operacional entre as três metodologias de disposição;</li> <li>• Se ocorrer drenagem ácida, o custo de gestão da água será imenso se a recuperação ambiental não ocorrer progressivamente;</li> <li>• Custo do rompimento é pequeno quando comparado com as outras alternativas.</li> </ul>

Fonte: MEND (2017).

## ***1.2 ACIDENTES COM BARRAGENS DE REJEITOS***

Segundo Ávila (2012), incidentes com barragens de rejeitos onde não ocorre a ruptura, mas ocorre o vazamento de sólidos para jusante, são numerosos. Existem ainda outros incidentes que, infelizmente, não são informados, porque os proprietários não os revelam, tirando a chance de aprendizado com a investigação das suas causas. Esta situação não é exclusiva do Brasil, e outros países já identificaram as mesmas deficiências das mineradoras, que falham na sua responsabilidade de adotar procedimentos gerenciais de segurança, para redução de riscos (MELLO; PIASSENTIN, 2011).

No Brasil, se tem registro do primeiro acidente em 1986, na Barragem Fernandinho, em Rio Acima, Minas Gerais, deixando um total de sete mortos. Lamentavelmente novos acidentes continuaram a ocorrer, sendo eles: Barragem de Rio Verde, localizado no distrito de Nova Lima - MG, em 2001, lama e resíduos de mineração encobriram dois quilômetros de uma estrada, provocando o assoreamento, degradação de cursos hídricos, destruição de mata ciliar e cinco mortes; em Cataguases, 2003, com vazamento de lixívia negra; em Mirai, 2006 e 2007, vazamento de rejeitos de bauxita, ambos ocasionando a interrupção do fornecimento de água em Itabirito; Barragem Herculano em 2014, Figura 6, três mortes e em Mariana, 2015, Barragem de Fundão da Samarco, ilustrada na Figura 7 (ÁVILA, 2016)..

Figura 6 – Efeito do rompimento da barragem da Herculano Mineração.



Fonte: Disponível em: <http://verbetes.cetem.gov.br/verbetes/ExibeVerbete.aspx?verid=209>

Figura 7– Efeito do rompimento Barragem de Fundão ao Distrito de Bento Rodrigues, localizado a

jusante da barragem, no município de Mariana.



Fonte: Disponível em: <https://br.images.search.yahoo.com>

Infelizmente, outro grave acidente foi registrado agora em janeiro de 2019, em Brumadinho, Minas Gerais, onde além da significativa degradação ambiental do rio Paraopebas, ocorreu a morte de mais de 210 pessoas confirmadas, sendo a maioria, funcionários da própria mineradora, Vale S/A. A figura 8 abaixo ilustra o instante inicial do rompimento da barragem do Córrego do Feijão em Brumadinho.

Figura 8 – Colapso da Barragem Córrego do Feijão.



Fonte: Disponível em: <https://www.google.com.br/search?q=imagens+rompimento+barragem>



Apesar da maioria das barragens e acidentes se concentrarem em Minas Gerais, o estado de São Paulo também já registrou acidentes de menores proporções, como o ocorrido em Jacareí, lançando os resíduos no rio Paraíba do Sul. Na maioria dos casos, os rompimentos foram provocados por não se respeitar o limite de capacidade e suporte da fundação e negligenciar a deterioração dos diques e dos sistemas de drenagem. Os dados mencionados são os acidentes de grande impacto e que causaram ampla repercussão na imprensa a nível nacional e internacional, portanto, pequenos rompimentos e/ou de menores impactos são omitidos. (BERTERQUINI; ASSIS; SABBO, 2017).

Diante das observações discutidas sobre as principais causas de acidentes em barragens de contenção de rejeitos, entende-se que a concepção do projeto de um sistema de disposição de rejeitos de mineração exige o conhecimento de todas as características dos materiais com os quais serão realizadas as obras. Além disso, outras considerações devem ser levadas a efeito: a dinâmica construtiva, o conjunto de operações da mina e também as características do meio físico no qual as obras estarão inseridas. Em resumo, trata-se de um projeto multidisciplinar (SOARES, 2010).

No Quadro 4, constam alguns dos acidentes mais notórios ocorridos com barragens de contenção de rejeitos, nos quais se destacam os danos materiais ocasionados e associados à perda de vidas humanas.



Quadro 4 - Exemplos de rupturas de barragens de contenção de rejeitos.

Ano	Mina/Local	Danos Provocados
1965	El Cobre – Chile	210 vítimas, soterramento do povoado
1970	Mufaline Mine – África	89 vítimas 453.000 m <sup>3</sup> de rejeitos saturados
1972	Bufalo Creek/West – Virginia	110 mortos, 1.100 feridos, 1500 casas destruídas e 595.000 m <sup>3</sup> de lama.
1974	Impala Platinum África do Sul	12 vítimas, 3 M m <sup>3</sup> de lama fluíram por 45km, destruindo estradas, pontes e soterrando reservatório de água potável.
1985	Prealpi/Trento – Itália	Liberção de 200.000m <sup>3</sup> de rejeitos. 268 vítimas.
1985	Cerro Negro – Chile	Lama de rejeitos fluiu até 85 km a jusante.
1985	Pico São Luiz-Minas Gerais	Lama fluiu até 10km a jusante. Ponte e estrada de ferro.
1986	Fernandinho-Itaminas- MG	4 vítimas. Destruição de laboratórios e equipamentos
1993	Marsa no Peru (La Libertad)	6 mortes
1994	Merreiespruit na África do Sul	17 mortes
1995	Placer na Filipinas	12 mortes
1996	Mina do Porco em Bolívia	3 vítimas, fazendas, gado, flora e fauna; 300 km de rio contaminados.
2000	Guanxi na China	No mínimo 15 mortes e 100 desaparecidos
2001	Rio Verde no Brasil	5 mortes
2006	Shangluo na China	17 desaparecidos
2008	Taoshi na China	254 mortes
2010	Kolontar na Hungria	10 mortes
2014	Herculano Brasil	3 mortes
2015	Fundão no Brasil	18 a 22 mortes, inundaçãõ do município de Bento Rodrigues, contaminando o rio Doce até a sua foz no Oceano Atlântico.
2019	Brumadinho no Brasil	210 mortes e 122 desaparecidos, no município de Brumadinho, Mina Córrego do Feijão da Vale, em Minas Gerais, contaminando o rio Paraopeba.

Fonte: SOARES (2010) e ÁVILA (2016)

Segundo Andrew Robertson (2019), em geral os acidentes com barragens de rejeitos são raramente o resultado de uma simples ação ou mecanismo, mas, preferencialmente, da falha de sistemas. No caso de Mariana e Brumadinho, não só falhou o sistema de gerenciamento de barragens de rejeito da Vale S/A, mas também o sistema regulatório



nacional, além de não existir um sistema mundial que assegure que as melhores práticas sejam adotadas independentemente da localização da barragem.

O Comitê Brasileiro de Barragens (CBDB) tem como missão estimular o desenvolvimento, a aplicação e a disseminação das melhores tecnologias e práticas da engenharia de barragens e obras associadas. O Comitê tem atuação em âmbito nacional, análoga à Comissão Internacional de Grandes Barragens (CIGB), promovendo a troca de informações e de experiências adquiridas em planejamento, projeto, construção e operação de grandes barragens, através de fóruns de discussão e debates sobre temas relacionados à engenharia de barragens, com foco no zelo pela boa prática profissional.

### ***1.3. LEI DE SEGURANÇA DE BARRAGEM***

Promulgada em 2010, a Lei 12.334 estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, criando o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e alterando a redação do art. 35º da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4º da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000.

A citada Política visa garantir a observância de padrões de segurança, regulamentar, promover o monitoramento e acompanhar as ações de segurança empregadas pelos responsáveis por barragens, de forma a reduzir a possibilidade de acidentes e suas consequências, em especial, junto à população potencialmente afetada, sobretudo aquela localizada a jusante dos barramentos.

Vale ressaltar um dos aspectos importantes da lei, que é a delimitação de quais estruturas estariam ou não dentro da PNSB. Para que uma barragem seja enquadrada na PNSB deve atender aos requisitos estabelecidos pela Lei nº 12.334/2010 em sua plenitude, apresentando pelo menos uma das seguintes características: altura do maciço, contada do ponto mais baixo da fundação à crista, maior ou igual a 15 m (quinze metros); capacidade total do reservatório maior ou igual a 3.000.000 m<sup>3</sup> (três milhões de metros cúbicos); reservatório que contenha resíduos perigosos conforme normas técnicas aplicáveis; e categoria de dano potencial associado (DPA), médio ou alto, em termos econômicos, sociais,



ambientais ou de perda de vidas humanas, conforme definido no art. 6º da lei (BRASIL, 2010).

Entretanto, as barragens que não se enquadram nestas características, também podem ser inseridas nos cadastros de seus órgãos fiscalizadores visando melhor gestão destas estruturas pela autoridade competente.

A Política Nacional de Segurança de Barragem conceitua segurança de barragem como sendo a “condição que vise manter a sua integridade estrutural e operacional e a preservação da vida, da saúde, da propriedade e do meio ambiente”, conforme inciso III do artigo 2.º da Lei Federal 12.334/2010.

Após a promulgação da Lei e por consequência dos regulamentos dela advindos, como as Portarias DNPM nº 416/2012 e nº 526/2013, as empresas mineradoras tiveram que se adequar ao determinado pelo órgão fiscalizador, no caso a atual Agência Nacional de Mineração – ANM, para que a legislação vigente pudesse ser atendida em sua plenitude. Vale ressaltar que as referidas normativas foram revogadas pela Portaria ANM nº 70.389/2017.

Outro aspecto em destaque na lei, diz respeito à clareza na imputação de delegações e responsabilidades. De acordo com item III do art. 4º da Lei, que expressa que “o empreendedor é o responsável legal pela segurança da barragem, cabendo-lhe o desenvolvimento de ações para garanti-la”, (BRASIL, 2010). Este tópico revela-se de grande importância, pois aponta que o empreendedor é o grande responsável pela gestão da segurança de sua barragem. Em relação à fiscalização do cumprimento e execução do proposto pelo empreendedor em seu Plano de Segurança de Barragem para garantir a eficácia de sua segurança, caberá aos órgãos competentes, porém a responsabilidade recairá sobre os empreendedores.

Ressalta-se que a Política Nacional de Segurança de Barragens tem como instrumentos de aplicação, conforme apresentado no art. 6º da Lei, o sistema de classificação de barragens por categoria de risco e por dano potencial associado; o Plano de Segurança de Barragem (PSB); o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB); o Sistema Nacional de Informações sobre o Meio Ambiente (Sinima); o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental; o Cadastro Técnico Federal de Atividades



Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais e o Relatório de Segurança de Barragens.

O Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB) é instituído para registro informatizado das condições de segurança de barragens em todo o território nacional e compreenderá um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de suas informações, devendo contemplar barragens em construção, em operação e desativadas.

O sistema de classificação, estabelecido na Resolução CNRH nº 143/2012, conforme disposto no artigo sexto da Lei, diz que as barragens serão classificadas pelos agentes fiscalizadores, por categoria de risco, por dano potencial associado e pelo seu volume, com base em critérios gerais constituídos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos. A classificação por categoria de risco (CRI) em alto, médio ou baixo será feita em função das características técnicas, do estado de conservação do empreendimento e do atendimento ao Plano de Segurança da Barragem e a classificação por categoria de dano potencial associado (DPA) à barragem em alto, médio ou baixo será feita em função do potencial de perdas de vidas humanas e dos impactos econômicos, sociais e ambientais decorrentes da ruptura da barragem.

O Plano de Segurança da Barragem é um instrumento da PNSB e deve ser, obrigatoriamente, implantado pelo empreendedor sendo agente privado ou governamental com direito real sobre as terras onde se localizam a barragem e o reservatório ou que explore o barramento para benefício próprio ou da coletividade. A complexidade e abrangência do conteúdo exigido para no referido Plano varia de acordo com a sua classificação quanto ao risco e ao dano potencial associado, devendo ser formado por cinco volumes: Informações gerais; Planos e Procedimentos; Registros e Controle; Plano de ações de emergência; Revisões periódicas de Segurança de Barragens que são ações para garantir a manutenção. Vale salientar que as inspeções de segurança regular e especial terão a sua periodicidade, a qualificação da equipe responsável, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento definidos pelo órgão fiscalizador em função da categoria de risco e do dano potencial associado à barragem.



No Plano de Segurança de Barragens são sistematizadas as Inspeções Regulares de Segurança e eventualmente as Inspeções Especiais de Segurança bem como as Revisões Periódicas de Segurança além dos relatórios e resumos executivos e declarações de condição de estabilidade destas estruturas. Esta prática não visa apenas atender a legislação vigente, mas a apoiar e legitimar uma eficaz gestão de segurança de cada barragem, o que por consequência resguarda a sociedade civil dos perigos das barragens de mineração mal gerenciadas e mantidas.

As sanções para as empresas que não se adequarem aos citados normativos remetem ao Código de Mineração e poderão ser cumulativas.

Após quase 5 anos de vigência da Lei nº 12.334/2010 e quase 3 anos das Portarias DNPM nº 416/2012 e 526/2013, substituídas pela Portaria ANM nº 70.389/2017, estudos preliminares mostram que a gestão e confiabilidade das barragens de mineração está em crescente evolução, evidenciando que a entrada da Lei e seus regulamentos foram eficazes no seu propósito de criação, que é a segurança destas importantes estruturas.

### ***1.3.1 Fiscalização***

A fiscalização de Barragens de Mineração é uma ação complexa, multidisciplinar que demanda tempo e conhecimento técnico da estrutura vistoriada. Além disso, as informações colhidas em campo devem ser processadas e interpretadas com agilidade para que possam ser transformadas em ações, sejam de interdição, de notificação, de exigência ou autuação com a celeridade que o cenário requer (MINERA, 2017).

Neste sentido, o DNPM, atual Agência Nacional de Mineração-ANM, criou o SIGBM, sistema que gerencia tanto as informações de inteligência pré-fiscalização, pré-vistoria, quanto a agilidade e homogeneização das ações do citado órgão pós-vistorias. A utilização desse aplicativo em *smartphones* e *tablets* constitui uma das inovações que tal sistema proporcionará à sociedade, promovendo mais transparência nas ações de garantia de segurança a sociedade civil.

Outra ação da autarquia federal é o aprimoramento dos seus normativos infralegais, quais sejam, a Portaria DNPM nº 416/2012 que versa sobre o Plano de Segurança de Barragens e a Portaria DNPM nº 526/2013, que normatiza o Plano de Ações Emergenciais



para Barragens de Mineração. Este terá grande integração com a Defesa Civil obrigando o empreendedor a elaborar seu Plano de Contingência, especificamente para a Zona de Autossalvamento que se refere a área de incumbência do empreendedor em alertar tal população em caso de eventual sinistro com sua barragem de mineração.

No seu artigo quinto, a Lei nº 12.334/2010, estabelece que a fiscalização da segurança de barragens caberá, sem prejuízo das ações fiscalizatórias dos órgãos ambientais integrantes do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA:

- I - à entidade que outorgou o direito de uso dos recursos hídricos, observado o domínio do corpo hídrico, quando o objeto for de acumulação de água, exceto para fins de aproveitamento hidrelétrico;
- II - à entidade que concedeu ou autorizou o uso do potencial hidráulico, quando se tratar de uso preponderante para fins de geração hidrelétrica;
- III - à entidade outorgante de direitos minerários para fins de disposição final ou temporária de rejeitos;
- IV - à entidade que forneceu a licença ambiental de instalação e operação para fins de disposição de resíduos industriais. (BRASIL, 2010)

Dessa forma, foram estabelecidos os órgãos fiscalizadores, a saber: Agência Nacional das Águas (ANA), Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a Agência Nacional de Mineração (ANM), o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e seus órgãos descentralizados.

A ANA é uma entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e responsável pela instituição de normas de referência nacionais para a regulação da prestação dos serviços públicos de saneamento básico.

Destaca-se que dentre os órgãos fiscalizadores, a ANA foi a que recebeu mais atribuições. Além de fiscalizar a segurança das barragens de usos múltiplos situadas em corpos d'água de domínio da união, de promover a articulação entre os órgãos fiscalizadores na implementação da PNSB, de organizar, implantar e gerir o Sistema Nacional de Segurança de Barragens (SNISB) e, anualmente, coordena a elaboração do Relatório de Segurança de Barragens (RSB) e encaminha ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). Este, por sua vez, após apreciação, encaminhará o Relatório ao Congresso Nacional. Esta articulação entre os órgãos fiscalizadores é de grande importância para o sucesso da Política Nacional.



A Política Nacional de Segurança de Barragens instituída pela Lei nº 12.334/2010 estabelece que a responsabilidade pela fiscalização dos barramentos de rejeitos de mineração é da Agência Nacional de Mineração (ANM), do Ministério de Minas e Energia.

### *1.3.2 O papel da Agência Nacional de Mineração e a Fiscalização*

A Portaria Nº 70.389, da Agência Nacional de Mineração ANM, publicada em 17 de maio de 2017 cria o Cadastro Nacional de Barragens de Mineração, o Sistema Integrado de Gestão em Segurança de Barragens de Mineração e estabelece a periodicidade de execução ou atualização, a qualificação dos responsáveis técnicos, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do Plano de Segurança da Barragem, das Inspeções de Segurança Regular e Especial, da Revisão Periódica de Segurança de Barragem e do Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração, conforme art. 8º, 9º, 10, 11 e 12 da Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens - PNSB.

A ANM procedeu com a adequação das definições de barragens e reservatórios à realidade da mineração, estabelecendo “Barragens de Mineração” como tema de formatação técnica mais cuidadosa do órgão para englobar todas as estruturas existentes na mineração:

I. Barragens de Mineração: barragens, barramentos, diques, cavas com barramentos construídos, associados às atividades desenvolvidas com base em direito minerário, construídos em cota superior à da topografia original do terreno, utilizados em caráter temporário ou definitivo para fins de contenção, acumulação, decantação ou descarga de rejeitos de mineração ou de sedimentos provenientes de atividades de mineração com ou sem captação de água associada, compreendendo a estrutura do barramento e suas estruturas associadas, excluindo-se deste conceito as barragens de contenção de resíduos industriais. (DNPM, 2017. Portaria nº 70.389)

O Ministério do Meio Ambiente descreve em sua página na internet<sup>1</sup>, algumas interpretações e práticas acerca das inspeções de segurança regular, tratadas no artigo 9º da Lei nº 12.334/2010, as quais devem ter a sua periodicidade, a qualificação da equipe responsável, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento definidos pelo órgão fiscalizador em função da categoria de risco e do dano potencial associado à barragem. Também se

---

<sup>1</sup> Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/seguranca-quimica/eventos-novo/item/10589-seguranca-de-barragens>>. Acesso em 10 jan de 2019.



destaca que as entidades fiscalizadoras precisam detalhar as demais partes do Plano de Segurança de Barragem, conforme artigo 8º e que, os órgãos envolvidos na fiscalização das barragens devem enviar as informações previstas na Lei para que a Agência Nacional das Águas disponibilize as informações em seu site e nos Relatórios Anuais de Segurança de Barragem.

De uma forma geral, a nova Portaria alterou significativamente toda a sistemática de cumprimento das obrigações então vigentes. Os prazos e formalidades foram alterados e novos documentos técnicos introduzidos. Portanto, os reflexos para o setor vão além do aumento dos custos e implicarão em mudanças profundas nas práticas operacionais das empresas. Há avanços consideráveis, especialmente em temas não antes regulamentados, como os requisitos para descadastramento, condições para reaproveitamento de rejeitos e definição de novos conceitos. A exigência de contratação de consultoria externa foi mantida. Portanto, a partir do início de sua vigência, previsto para 19/06/2017, há obrigações cujo cumprimento somente poderá ser conduzido pela consultoria externa independente. Outra alteração amplamente discutida foi a periodicidade de entrega da Declaração de Condição de Estabilidade (DCE). Tal Declaração será apresentada, semestralmente, via SIGBM, entre 1º e 31 de março (podendo ser emitido pela empresa) e 1º e 30 de setembro (somente pela consultoria externa), além de sua inclusão na Revisão Periódica de Segurança de Barragens (RPSB) ou a qualquer momento quando exigido pela ANM. O rígido texto de modelo da DCE anexo à norma, também foi alterado. Será possível a declaração de “não” estabilidade, sem prejuízo das sanções estabelecidas, dentre elas, a interdição. A vedação de emissão da DCE pelas empresas e/ou profissionais que elaboraram o projeto executivo da barragem por empresa diversa da projetista inicial foi retirada.

Por outro lado, o “mapa de inundação”, produto dos estudos de cenários que delimita geograficamente as áreas potencialmente afetadas por eventual ruptura, teve sua exigibilidade estendida para todas as estruturas. O documento é parte do Plano de Ação Emergencial de Barragens de Mineração – PAEBM, que agora também poderá para estruturas classificadas como Dano Potencial Associado médio, observadas as condições descritas na norma. A elaboração do documento pode significar custos significativos para as empresas que ainda não



o possuem. Com relação ao procedimento para descadastramento, sem previsão na legislação atual, a versão final da Portaria também trouxe inovação. Além do documento específico expedido pelo órgão ambiental com a aprovação do projeto de descomissionamento, foi inserida como alternativa a apresentação de documento emitido por profissional habilitado juntamente com a respectiva ART. A ausência de critérios específicos estabelecidos conferia certa subjetividade à análise do DNPM e, por essa razão, a análise era feita caso a caso pela Autarquia. No âmbito das penalidades, apesar de mantidas as modalidades de multa e interdição, a Portaria inovou ao prever: suspensão imediata do lançamento de rejeitos no reservatório caso, durante uma Revisão Periódica de Segurança, não se conclua pela estabilidade e; interdição no caso de ausência do preenchimento de Extratos de Inspeção por 4 quinzenas subsequentes. É importante que os mineradores estejam atentos aos novos prazos estabelecidos para evitar autuações. Obrigações como atualização dos dados no SIGBM ou preenchimento das informações dos extratos de inspeção a partir de janeiro de 2017 têm prazos exíguos de 60 e 30 dias para cumprimento. A matriz de classificação das barragens também foi alterada. Portanto, necessária a avaliação de seus reflexos para cada estrutura individualmente. O PAEBM também foi regulamentado em substituição à Portaria 526/2013. Houve várias alterações, dentre elas: modificações nos requisitos mínimos; possibilidade de sua exigência para barragens com DPA médio, observadas certas condições; criação do Relatório de Causas e Consequências do Evento de Emergência.

Salienta-se que a Portaria ANM 70.389/2017 sofreu alterações em 05/06/2017 e 10/11/2017, para retificações do inciso 4.º do artigo 16 e complementações dos artigos 34 e 50º.

### ***1.3.3. Cadastramento***

De acordo com a Portaria 70.389/2017, as barragens de mineração serão cadastradas pelo empreendedor, diretamente no Sistema Integrado de Gestão de Segurança de Barragens de Mineração-SIGBM, instituindo assim o Cadastro de Nacional de Barragens de Mineração na ANM. Destaca-se que o empreendedor é obrigado a proceder com o cadastramento de todas as barragens em construção, em operação e desativadas sob sua responsabilidade.

As alterações dos dados de responsabilidade do empreendedor contidos no SIGBM



podem ser feitas a qualquer tempo ou por solicitação da ANM. Importante salientar que o empreendedor é obrigado a declarar todas as barragens de mineração em construção, em operação e desativadas sob sua responsabilidade, e não apenas as que se enquadrarem nos critérios da Lei.

Os demais dispositivos da Portaria supracitada se aplicam às Barragens de Mineração inseridas na Política Nacional de Segurança de Barragens, ou seja, que apresentem pelo menos uma das características relacionadas no parágrafo único do artigo 1º da Lei 12.334/2010. Para regulamentação do artigo 7.º da referida, as barragens de mineração foram classificadas pelo órgão fiscalizador (ANM) de acordo com a Categoria de Risco e ao Dano Potencial Associado (DPA), devendo, o empreendedor elaborar mapa de inundação para fins de auxiliar nessa classificação dessas estruturas.

A atualização da classificação das barragens de mineração de acordo com o quadro de classificação quanto ao Risco e ao Dano Potencial Associado será efetuada pela ANM a cada 5 (cinco) anos, ou em menor período a seu critério. A ANM já havia efetuado duas classificações até a data de novembro de 2014, (Portaria DNPM Nº 70.389/2017).

Tabela 1 - Classificação das Barragens quanto ao Risco e Dano Potencial

Categoria de Risco	Dano Potencial Associado		
	Alto	Médio	Baixo
Alto	A	B	C
Médio	B	C	D
Baixo	B	C	E

Fonte: Anexo I, da Portaria ANM 70.389/2017.

No caso de barragem inserida na PNSB, o empreendedor deve elaborar seu mapa de inundação, exibindo em gráficos e mapas georreferenciados as áreas a serem inundadas, explicitando a Zona de Autossalvamento – ZAS e a Zona de Salvamento Secundária – ZSS, os tempos de viagem para os picos da frente de onda e inundações em locais críticos abrangendo os corpos hídricos e possíveis impactos ambientais. Adicionalmente, deve-se implantar o sistema de monitoramento dessas estruturas, considerando a PNSB, onde sua complexidade está diretamente relacionada a seu dano potencial associado (NEVES, 2018).

Destaca-se que para as barragens de mineração classificadas com DPA alto, indicando a existência de população a jusante e apresentando características técnicas cuja pontuação



alcance 10, o empreendedor é obrigado a manter o monitoramento com acompanhamento em tempo integral adequado à complexidade da estrutura, devendo definir sobre a tecnologia, dos instrumentos e dos processos de monitoramento, inclusive o videomonitoramento 24 horas por dia de sua estrutura com DPA alto, conforme disposto no inciso terceiro do artigo 7.º da Portaria ANM 70389.

Ainda atendendo aos requisitos do Plano de Segurança de Barragem, a supracitada Portaria obriga que todas as BM construídas após a data de publicação da Lei nº 12.334/2010 deveriam conter projeto “como construído” – *as built* – e as barragens construídas antes da publicação da citada Lei federal que não detinham tal projeto, estas devem ter o projeto “como está” – *as is* – em até dois anos após a publicação da Portaria nº 70.389/2017.

O Plano de Segurança da Barragem é composto de vários documentos já mencionados anteriormente que devem ser elaborados e organizados pelo empreendedor, por meio de equipe composta de profissionais integrantes de seu quadro de pessoal ou por equipe externa contratada para esta finalidade. Importante salientar que alguns documentos deste PSB devem ser elaborados por responsável técnico com registro no Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia – CREA, com atribuições profissionais para projeto, construção, operação ou manutenção de barragens, compatíveis com as definidas pelo Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia – CONFEA, descrito explicitamente em sua ART no campo de atividade técnica.

O PSB deverá estar disponível no empreendimento, próximo à estrutura, em formato físico ou eletrônico, excetuando-se o volume V, o qual deverá ser obrigatoriamente físico, devendo ser atualizado em decorrência das ISR e ISE e das RPSB, incorporando os seus registros e relatórios, assim como suas exigências e recomendações.

#### *1.3.4. Revisão Periódica de Segurança da Barragem*

A RPSB é parte integrante do PSB (volume IV) e tem por objetivo verificar o estado geral de segurança da barragem, considerando o atual estado em face aos conhecimentos atuais e eventuais alterações ocorridas na BM, além de recomendar medidas necessárias para as adequadas operações da BM e suas estruturas associadas. De acordo com o artigo 15 da Portaria ANM, a periodicidade máxima da RPSB será definida em função do DPA, sendo:



- I. DPA alto: a cada 3 (três) anos;
  - II. DPA médio: a cada 5 (cinco) anos; e
  - III. DPA baixo: a cada 7 (sete) anos.
1. Sempre que ocorrerem modificações estruturais, como alteamentos ou modificações na classificação dos rejeitos depositados na barragem de mineração de acordo com a NBR ABNT n° 10.004, no prazo de seis meses contados da conclusão da modificação, o empreendedor ficará obrigado a executar e concluir nova RPSB;
  2. Para o caso de barragens de mineração alteadas continuamente, independente do DPA, a RPSB será executada a cada dois anos ou a cada 10 metros alteados, prevalecendo o que ocorrer antes, com prazo máximo de seis meses para a conclusão da citada Revisão;
  3. No caso de retomada de Barragens de Mineração por processo de reaproveitamento de rejeitos, o empreendedor deverá executar previamente a RPSB, sob pena de interdição imediata da estrutura. (Portaria ANM 70.389/2017).

O produto final da Revisão Periódica de Segurança de Barragem será um relatório que corresponde ao Volume IV do PSB. Encontra-se inserido neste Relatório, também a Declaração de Condição de Estabilidade, a qual deve ser assinada por profissional externo ao quadro de pessoal da empresa assim como pelo representante legal do empreendedor. Tal DCE deve ser enviada à ANM via SIGBM.

Conforme regulamento, a primeira Revisão Periódica de Segurança de Barragens de que tratam os artigos 13 e 14, relativa às estruturas que estejam submetidas à PNSB na forma prevista no parágrafo único do art. 1.º, considerando o seu DPA, deve ser elaborada de acordo com os seguintes prazos, contados a partir do início da vigência desta Portaria:

- DPA alto: 12 meses;
- DPA médio: 18 meses;
- DPA baixo: 24 meses.

A RPSB deve ser realizada por equipe multidisciplinar com competência nas diversas disciplinas que envolvam a segurança da barragem em estudo. O profissional que assinará a RPSB deve ser profissional legalmente habilitado, com registro no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia – CREA, com anotação de responsabilidade técnica - ART, consoante exigido pela Lei n° 6.496, de 7 de dezembro de 1977, com indicação explícita, no campo de atividade técnica da ART, da atribuição profissional para prestação de serviços ou execução, conforme o caso, de projeto, construção, operação ou manutenção de barragens,



observados critérios definidos pelo Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA), devendo, este profissional pertencer à empresa externa (consultoria).

### *1.3.5. Inspeções Regulares de Segurança de Barragem*

De acordo com a Portaria ANM 70.389/2017, as Inspeções Regulares de Segurança de Barragens (IRSB) compreendem algumas ações e documentos a serem executados, como o preenchimento das Fichas de Inspeção Regular de periodicidade quinzenal ou em menor período a critério do empreendedor, a confecção do Relatório semestral e a emissão da Declaração de Condição de Estabilidade, assim como o preenchimento do extrato de inspeção regular quinzenalmente no SIGBM.

As Fichas de Inspeção Regular são preenchidas quinzenalmente por meio de equipe composta de profissionais integrantes de seu quadro de pessoal ou por intermédio de equipe externa contratada para esta finalidade; é definida pelo empreendedor (não foi definido um modelo via Portaria) devendo abranger os componentes e estruturas associadas à barragem, conter os itens do quadro de Estado de Conservação referente à Categoria de Risco, serem anexadas ao Relatório de Inspeção Regular e ao PSB.

Preencher, quinzenalmente, o Extrato da Inspeção de Segurança Regular da Barragem no SIGBM, por meio de equipe composta de profissionais integrantes de seu quadro de pessoal ou por intermédio de equipe externa contratada para esta finalidade.

O Relatório de Inspeção Regular da Barragem (RIRB) é parte integrante do volume III do PSB, elaborado semestralmente pelo empreendedor da barragem e compreende diversos itens e dentre eles, a DCE. Tal relatório deverá ser acompanhado da respectiva anotação de responsabilidade técnica do profissional que o elaborou além da assinatura compartilhada do empreendedor, explicitando a sua concordância e aprovação do conteúdo apresentado.

Um sistema de ranking no SIGBM que ordena as barragens por nível de sensibilidade, definido por uma somatória de pontos levando em consideração fatores como DPA, CRI, volume atual do reservatório, altura máxima atual, estado de conservação, entre outros. Além disso, são acompanhadas com mais rigor estruturas que historicamente apresentarem problemas durante as ações anteriores e que motivaram notificações relacionadas à sua segurança.



*1.3.6. Lei de Segurança de Barragem – Alterações recentes e projetos de alteração que tramitam no Senado da República.*

Em 25 de janeiro de 2019 foi publicado o Decreto da Presidência da República nº 9.691, que institui o Conselho Ministerial de Supervisão de Respostas a Desastres, em decorrência da ruptura da barragem do Córrego Feijão no Município de Brumadinho e de suas repercussões na Bacia do Rio Paraopeba. Foi instituído também, como órgão executivo do Conselho, o Comitê de Gestão e Avaliação de Respostas a Desastre ocorrido na barragem do Córrego do Feijão cujo objetivo será acompanhar as ações de socorro, de assistência, de reestabelecimento de serviços essenciais afetados, de recuperação de ecossistemas e de reconstrução decorrentes do desastre ocorrido em Brumadinho, Minas Gerais.

Em 29 de janeiro de 2019 foram publicadas as Resoluções N° 1 e N.º 2 do Conselho Ministerial de Supervisão de Respostas a Desastres. A Resolução N.º1 recomenda ações e medidas de resposta à ruptura da barragem do Córrego do Feijão, no Município de Brumadinho, Estado de Minas Gerais e que os órgãos fiscalizadores federais exijam dos agentes fiscalizados a atualização imediata de seus respectivos Planos de Segurança de Barragem, de que trata a Lei nº 12.334, de 2010. Foi recomendado também ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos que aprovasse mediante moção para solicitar aos órgãos fiscalizadores, nos termos do disposto na Política Nacional de Segurança de Barragens, estabelecida pela Lei nº 12.334/2010, que:

- I - Realizem imediatamente auditorias em seus procedimentos e revisem os atos normativos orientadores da fiscalização de segurança de barragens;
- II - mantenham cadastro das barragens sob sua jurisdição, para fins de incorporação ao Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens - SNISB;
- III - exijam dos empreendedores o cumprimento das recomendações contidas nos relatórios de inspeção e revisão periódica de segurança;
- IV - exijam dos empreendedores o cadastramento e a atualização das informações relativas às barragens no SNISB; e
- V - realizem imediatamente fiscalização nas barragens sob sua jurisdição, de modo a priorizar aquelas classificadas como possuidoras de "dano potencial associado alto" ou com "risco alto". (BRASIL, 2019).

Na Resolução N.º2/2019 foi instituído o Subcomitê de Elaboração e Atualização Legislativa, com o objetivo de elaborar anteprojeto de atualização e revisão da Política



Nacional de Segurança de Barragens, estabelecida pela Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010.

O Senado Federal, diante do acidente de Mariana, criou uma comissão temporária destinada a avaliar a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), presidida e relatada, respectivamente, pelo senador Antonio Anastasia e o então senador Ricardo Ferraço. O relatório da comissão foi bastante preciso ao apontar as carências dos órgãos fiscalizadores bem como algumas lacunas da PNSB, instituída pela Lei nº 12.334, impeditivos ao pleno atingimento dos seus objetivos. Ato contínuo, o então senador Ricardo Ferraço apresentou o Projeto de Lei do Senado (PLS) nº 224, de 2016, que introduzia diversos aperfeiçoamentos na Lei nº 12.334, de 2010. Esse PLS foi remetido à Comissão de Meio Ambiente (CMA), onde foi relatado pelo então senador Jorge Viana. Contudo, a CMA não apreciou a proposição, que restou arquivada ao final da legislatura recém-encerrada.

O PLS 550/2019, pós Brumadinho, ora apresentado pela senadora Leila Borges, basicamente resgata o trabalho já realizado, no âmbito do Senado Federal, tirando proveito das proposições qualificadas e pertinentes dos senadores anteriormente citados. Destacamos, entre outros comandos, a definição mais clara dos responsáveis pela fiscalização e a maior rigidez das obrigações dos empreendedores, seja no que diz respeito aos aspectos preventivos, ligados à garantia da rigidez estrutural das barragens, seja nas medidas de atuação em situações de emergência. O respectivo PLS discute a obrigação de contratar seguro ou apresentar garantia financeira que, além de fazer com que os empreendedores implementem as exigências das seguradoras em prol da segurança das barragens, permite que as indenizações por danos morais, patrimoniais e ambientais ocorram de forma mais ágil e, assim, seja minorado o sofrimento de eventuais vítimas. Também se propõe instituir sanções penais a indivíduos no caso que ficar comprovado que as suas ações, dolosas ou culposas, contribuíram para o desastre. Adicionalmente, corrige-se a definição do órgão fiscalizador das barragens de rejeitos de mineração para que fique claro que não é o outorgante da concessão de lavra, isto é, o Ministério de Minas e Energia, a entidade responsável pela fiscalização das barragens de rejeitos de mineração, mas sim a agência reguladora das atividades de mineração. Estabelece-se também neste PLS, a obrigatoriedade do monitoramento em tempo



real da estabilidade da barragem por meio de instrumentos bem como o acionamento automático das sirenes de alarme em caso de acidentes e envio automático de alerta sobre o incidente ao empreendedor, aos órgãos de defesa civil e ao órgão fiscalizador, para evitar a repetição do que ocorreu em Brumadinho, onde a população não recebeu alerta a tempo de evacuar as áreas que foram atingidas pela torrente de lama. Por fim, também deverá tornar-se mandatório que se dê publicidade aos relatórios de fiscalização de barragem.

Esse projeto de lei encontra-se tramitando no Senado Federal e foi aprovado pelas Comissões de Constituição, Justiça e Cidadania e de Meio Ambiente, seguindo para o Plenário do Senado para aprovação final.

#### ***1.4 FISCALIZAÇÃO DE BARRAGENS DE REJEITOS NO CANADÁ***

Segundo a Associação Canadense de Barragens (2012), existem mais de 14.000 barragens no Canadá, sendo que aproximadamente 1.000 são categorizadas como “grandes” barragens. As barragens no Canadá são de propriedade dos governos federal, provincial e municipal, empresas de serviços públicos, empresas de mineração, distritos de irrigação, organizações não governamentais e pessoas físicas.

A regulamentação da construção, operação e manutenção de barragens é uma responsabilidade provincial/territorial e é semelhante a outras áreas de jurisdição provincial, como saúde e educação.

Ao contrário de outros países (por exemplo: França, Portugal, México, África do Sul, etc.), o Canadá não possui uma agência reguladora federal ou programa abrangente para orientar o desenvolvimento de requisitos para garantir a segurança de barragens. O Governo Federal mantém exigências regulatórias apenas sobre alguns aspectos, tais como a aprovação de barragens a serem construídas em águas navegáveis ou localizadas em águas fronteiriças com os EUA e também mantém sua influência regulatória através da Lei de Pesca, Lei de Espécies em Risco e Lei de Proteção Ambiental.

Antes que qualquer estrutura de rejeitos seja construída ou modificada, o proprietário da barragem requer autorização de acordo com as exigências da jurisdição relacionada e de sua autoridade reguladora. Muitas vezes há diferentes ministérios/agências em cada província



ou território que são responsáveis por barragens de água e barragens de rejeitos de minas. Vários são os marcos regulatórios que regem o licenciamento e a fiscalização de barragens (água e mineração) em cada uma das províncias e territórios canadenses.

As diretrizes canadenses para segurança de barragens são publicadas pela Associação Canadense de Barragens (CDA), uma organização voluntária fundada na década de 1980. O propósito da CDA é criar um fórum nacional permanente para a troca de ideias e experiências sobre segurança de barragens (CDA, 2012).

As diretrizes de segurança de barragens e outras orientações desenvolvidas e consolidadas pela CDA constituem uma importante referência na regulamentação provincial, servindo de base para regulamentar o licenciamento e a inspeção da segurança das barragens em suas respectivas jurisdições, mas também, contem importantes prescrições para programas de gerenciamento de instalações de rejeitos e reservatórios de água.

Outra instituição, a renomada Associação de Mineração do Canadá (MAC), que representa a moderna indústria de mineração canadense, vem dedicando muita atenção e recursos promovendo o conceito de “Mineração Sustentável” através de um programa identificado internacionalmente como *Towards Sustainable Mining - TSM*, publicando vários guias e mais recentemente vários protocolos cujos membros são obrigados a seguir. Um desses protocolos, o *TSM Tailings Management Protocol* será objeto desta pesquisa e contribuirá com o seu atualizado conteúdo para essa discussão.

#### *1.4.1 Estrutura Regulatória Canadense*

O quadro 5 abaixo ilustra um sumário das leis, marcos regulatórios e diretrizes utilizadas na regulamentação das barragens de rejeitos para cada província ou território do Canadá. O marco regulatório para as barragens de reservação de água é distinto do apresentado no quadro 5. A grande maioria das províncias ou territórios, possui atos legislativos próprios, mas adota as diretrizes prescritas pela Associação Canadense de Barragens (CDA) ou Associação de Mineração do Canadá (MAC) daí a importância dessas associações voluntárias na promoção do desenvolvimento das melhores práticas e tecnologias de segurança de barragens através de programas e iniciativas de âmbito nacional e provincial.



Quadro 5 - Sumário da Estrutura Regulatória das Barragens de Rejeitos no Canadá.

Provincia	Leis	Regulamento	Diretrizes	Nº de barragens
<b>Columbia Britânica</b>	Ato de Minas (Ministerio da Energia e Minas)	Código de Saúde, Segurança e Recuperação Ambiental	1. Diretrizes para Inspeção de segurança de Barragens 2. Diretrizes para Prática Profissional da APEGBC 3. Diretrizes legislativas para a revisão de segurança de Barragens	118
<b>Alberta</b>	Ato da Água	Regulamento Ministerial da Água	Diretrizes para Segurança de Barragens	1350
<b>Saskatchewan</b>	Ato de Avaliação	-	-	15
<b>Manitoba</b>	Ato dos direitos da Água	-	-	570
<b>Ontario</b>	Ato de Minas	Regulamento 454/96		N/D
<b>Quebec</b>	Ato de Minas	-	-	N/D
<b>Nova Scotia</b>	Ato de Regulamentação Ambiental	-	Diretrizes do CDA	200
<b>Newfoundland</b>	Ato dos Recursos Hidricos	-	-	700
<b>Território Yukon</b>	Ato da Água	-	-	21
<b>Territórios do Nordeste</b>	Ato da Água	-	-	100

Fonte: CDA/2012.

#### 1.4.2 Marcos Regulatórios e Diretrizes

Como mencionado antes, cada província canadense dispõe do respectivo marco regulatório, composto por várias leis que regulamentam a construção, operação, manutenção e descomissionamento de barragens no Canadá. Aspectos legislativos comuns a todas as fases do ciclo de vida do empreendimento tais como aqueles associados à definição e atribuição de responsabilidades, inspeção e revisão de segurança e atualização de documentação, vem sendo tratados com crescente relevância, ao se incluir nas diretrizes mais modernas a importância das revisões e dos comitês técnicos independentes.

Para identificar e caracterizar essa regulamentação mais específica e atualizada sobre



esses temas, optou-se metodologicamente, por identificar e transcrever as normativas adotadas na Província de Columbia Britânica e por se sumarizar os principais pontos das diretrizes da CDA e do protocolo desenvolvido pela Associação de Mineração do Canadá. No caso da Columbia Britânica, a normativa é identificada por *Health, Safety and Reclamation Code for Mines in British Columbia*, 2016, que faz parte do *Mines Act*, no caso do protocolo da MAC o documento é identificado por *A Guide to Management of Tailings Facilities* 3ª edição, e no caso da CDA, o documento é identificado por *Dam Safety Regulations*. Serão revistos, apresentados e comentados neste capítulo da revisão bibliográfica apenas os aspectos relacionados à Inspeção e Revisão de Segurança de barragens.

#### *1.4.2.1 Código de Minas para Saúde, Segurança e Reabilitação da Província da Columbia Britânica (Ministério da Energia e Minas, 2017)*

A motivação de se eleger a normativa da Columbia Britânica como objeto de análise desta pesquisa reside no fato que a província da Columbia Britânica possui um arcabouço regulatório específico para Segurança de Barragens de rejeitos na sua legislação provincial ao contrário da maioria das outras províncias que seguem as diretrizes e regulamentos da CDA.

A normativa será traduzida textualmente e apresentada nos quadros que se encontram no apêndice. Apenas os parágrafos relacionados à temática da pesquisa foram traduzidos e os itens selecionados são destacados a seguir, a saber:

- 2.0 Responsabilidades
- 4.0 Construção e Operação
- 4.1 Relatório Anual da Gerência de Mina (HSRC, 2016.10.4.4)
- 4.2 Relatório Anual de Inspeção de segurança do sistema de rejeitos e barramento (HSRC, 2016.10.5.3)
- 4.4 Manual de Operação, manutenção, vigilância e monitoramento da Barragem - OMS
- 4.4.1 Vigilância e Monitoramento (HSRC, 2016.10.1.12)
- 4.5 Registro da Instalação de rejeitos e barramento (HSRC, 2016.10.4.3)
- 4.6 Revisões Periódicas de Segurança (HSRC, 2016.0.5.4)
- 4.7 Relatório da Construção (HSRC, 2016. 10..2)
- 4.8.1 Documentos (HSRC, 2016. 10.4.2)  
(BRITISH COLUMBIA, 2016. Guide Document – Health, Safety and Reclamation Code for Mines in British Columbia)



#### *1.4.2.2 Guia de Gerenciamento das Instalações de Rejeitos da Associação de Mineração do Canadá (MAC, 2017)*

Este guia publicado pela Associação de Mineração do Canadá não possui caráter regulatório como o Código da Columbia Britânica, apenas destina-se a orientar a indústria de mineração sobre as melhores práticas para o gerenciamento de instalações de rejeitos de forma segura, ambiental e socialmente responsável.

De adesão e certificação mandatória pelos membros da associação, a sua ampla divulgação e adoção não só pela indústria de mineração canadense, mas também internacional, revela a importância do seu conteúdo e da relevância da sua contribuição à indústria de mineração. Além de mostrar e detalhar um sistema para a gestão de instalações de rejeitos ajuda a desenvolver sistemas de gerenciamento de rejeitos que incluem critérios ambientais e de segurança melhorando a aplicação de critérios de engenharia e princípios de gestão às instalações de rejeitos.

O guia e suas diretrizes preconizam uma gestão responsável que inclui a prevenção e mitigação dos impactos na saúde, na segurança humana, no ambiente e na infraestrutura. A gestão responsável é definida por avaliações abrangentes dos riscos associados a uma instalação de rejeitos, tanto física como química, que avaliam a saúde potencial, impactos ambientais, sociais, empresariais, econômicos e regulatórios, bem como a implementação de controles apropriados para efetivamente gerenciar os riscos.

Cada instalação de rejeitos é única, refletindo características físicas e ambientais específicas do local que contribuem para planejar a abordagem mais apropriada para o gerenciamento de risco da instalação.

A terceira edição do guia incorporou as melhores práticas internacionais atuais e introduz novos conceitos tais como a:

- Abordagem Baseada no Risco, com o objetivo de se gerenciar de maneira proporcional à presença e magnitude dos riscos que podem se apresentar durante todo o ciclo de vida da barragem;
- Gerenciamento e Mitigação de Riscos, que inclui a identificação de riscos potenciais na fase de concepção e planejamento do projeto do ciclo de vida, avaliação de riscos rigorosa no início do ciclo de vida, e atualizada periodicamente em todo o ciclo de vida;
- Aplicação da Melhor Tecnologia Disponível - (Best Technology Available-BAT) para gerenciar riscos em uma base específica do local;



Aplicação das Melhores Práticas Disponíveis - (Best Practices Available - BAP) para gerenciar riscos e atingir objetivos de desempenho de maneira técnica e economicamente eficiente;

Uso de Ferramentas de Tomada de Decisão rigorosas e transparentes para selecionar uma combinação específica de Melhores Tecnologias e Práticas Disponíveis para localização de uma instalação de rejeitos;

Controles Críticos, para identificação e implementação de controles específicos do local e do nível de governança para gerenciar riscos de alta consequência relacionados a uma instalação de rejeitos; Engenheiro de Registro: o proprietário, para garantir que uma instalação de rejeitos é segura, tem a responsabilidade de identificar e manter um Eng<sup>o</sup> de Registro, que fornece orientação técnica em nome do proprietário. O Eng<sup>o</sup> de Registro verifica se a instalação de rejeitos (ou seus componentes) foi projetada e construída de acordo com os objetivos e indicadores de desempenho, orientações aplicáveis, normas e requisitos regulamentares;

Revisão Independente: avaliação sistemática independente de todos os aspectos técnicos, aspectos de gestão e governança de uma instalação de rejeitos durante todo o ciclo de vida, por parte de terceiros competentes, avaliador(es), garantindo que o sistema de gestão do rejeito é eficaz em todo o ciclo de vida. Empresas de mineração e seus projetos e operações normalmente têm sistemas de gestão e integrar o gerenciamento de rejeitos nestes sistemas faz parte da revisão contínua e melhoria do sistema;

Revisão periódica da eficiência e da eficácia dos sistemas de gestão contribuirá para o cumprimento dos objetivos de planejamento, projeto, construção, operação e eventual fechamento de instalações de rejeitos; e sistema de gestão deve estar implementado para abordar e integrar a gestão de riscos, requisitos, aspectos técnicos, gerenciais e de governança das instalações de rejeitos. (MAC, 2017)

A integração dos componentes técnicos e de gerenciamento associados às instalações de rejeitos são fundamentais para o gerenciamento de instalações de rejeitos e manutenção da aceitação social na indústria de mineração. Os proprietários integram considerações ambientais e de segurança de maneira consistente com a contínua melhoria na gestão de rejeitos e, ao fazê-lo, atender às expectativas da sociedade.

A implementação deste guia de gerenciamento de rejeitos é apoiada por listas de verificação que fornecem um ponto de partida para desenvolvimento de um sistema de gerenciamento de rejeitos específico do local. As listas de verificação também auxiliam os proprietários a expor lacunas nos procedimentos existentes, identificando requisitos de treinamento, obtendo permissões, conduzindo auditorias e apoio à conformidade e diligências, em qualquer fase do ciclo de vida. Espera-se que em cada instalação, o proprietário aumentará e/ou modificará essas listas de verificação para atender aos requisitos instalações específicas



de rejeitos. Também é importante para a implementação efetiva de um sistema de gerenciamento de rejeitos o engajamento local com as Comunidades de Interesse (COI). Esse engajamento é de mão dupla, proporcionando oportunidade ao COI fazer perguntas sobre o gerenciamento de rejeitos, fornecer informações e expressar suas preocupações. Isso é também uma oportunidade para o proprietário responder de forma proativa, fornecer informações e resolver problemas e perguntas como elas surgem.

Este guia deve ser usado em conjunto com o Manual de Operação, Manutenção e Vigilância para instalações de rejeitos e água (Guia OMS).

Rejeitos e instalações de água são instalações complexas de engenharia que devem ser gerenciadas apropriadamente por longos períodos de tempo, alguns em perpetuidade. Orientações técnicas detalhadas devem ser procuradas em outro complemento a este Guia de Rejeitos. Particularmente para minas no Canadá, a implementação do Guia de Rejeitos é complementado por diretrizes publicadas pela *Canadian Dam Association* (CDA).

#### *1.4.2.3 Diretrizes de Segurança de Barragens (CDA, 2007, Edição 2013)*

A Associação Canadense de Barragens (CDA) vem publicando desde 1995 um Guia para Segurança de Barragens que compreende um conjunto abrangente de diretrizes de segurança de barragens que descrevem princípios e abordagens visando avaliação e gestão de segurança de barragens e estruturas associadas. O Guia já sofreu diversas atualizações e a que tivemos oportunidade de revisar corresponde à edição de 2013. Essas diretrizes são produto dos associados da CDA e segundo a associação um grande número de associados teria contribuído para a consolidação e publicação dessas informações. Embora a aplicação dessas diretrizes seja voluntária, elas são amplamente reconhecidas e usadas como o padrão de prática por todas as províncias do Canadá.

A publicação consiste da seção 01, que contem princípios aplicáveis a todas as barragens e que devem ser compreendidos por proprietários destas, reguladores, gerentes de mina e operadores, que serão apresentados no anexo 02 desta monografia, e das seções 2 a 6, descrevendo os processos e critérios para gerenciamento de segurança de barragens de acordo com os princípios da seção 01. A CDA também publica uma série de boletins técnicos que



assistem os profissionais da engenharia com metodologias e procedimentos nas análises e avaliação de segurança de barragens.



## 2. CAPÍTULO II - MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia a ser utilizada na pesquisa compreende uma ampla revisão bibliográfica sobre às práticas e metodologias de disposição de rejeitos, e os marcos regulatórios de controle e fiscalização de barragens de rejeitos adotados no Brasil e Canadá. O marco regulatório brasileiro por ser de âmbito nacional, compreende a lei nº 12.334/2010, a portaria ANM nº 70.389/2017 e as suas alterações. No caso do Canadá, devido ao fato da regulação ser provincial ou por território, há necessidade de se eleger uma das províncias para que fosse possível identificar e revisar as suas normativas e compará-la com a brasileira. A província escolhida foi a Columbia Britânica cujas normativas estão mais consolidadas na literatura e foi possível identificar as leis e os respectivos regulamentos.

A pesquisa contou adicionalmente com a revisão das publicações de duas importantes associações profissionais do Canadá, CDA e MAC, que criaram fóruns especiais para discutir a segurança de barragens de rejeitos bem como constituíram comitês especializados no assunto. Tanto a CDA como a MAC têm publicações muito conhecidas internacionalmente, com diretrizes atualizadas para projeto, construção, operação, fiscalização e descomissionamento de barragens de rejeitos. Tais publicações são atualizadas anualmente e em algumas províncias canadenses são referenciais regulatórios importantes.

Após a consolidação das informações em quadro comparativo foi feita a análise de similaridade, tendo sido identificadas muitas similaridades entre as normativas. As diferenças e os pontos positivos foram objeto de discussão e análise da pesquisa, de forma a verificar a possibilidade de se tornarem oportunidades de melhoria do marco regulatório brasileiro, o objetivo principal da pesquisa.



### **3. CAPÍTULO III - RESULTADOS E DISCUSSÃO - ANÁLISE CRÍTICA**

As atividades de fiscalização de Segurança de Barragens no Brasil seguem regras e políticas cujo conteúdo é muito similar ao da Província da Columbia Britânica no Canadá conforme pode ser visto nos quadros comparativos apresentados nesta pesquisa. Ressalte-se que no Canadá não existe um marco regulatório de âmbito nacional como o que foi implementado no Brasil em 2010 pela Lei nº 12.334 da Política Nacional de Segurança de Barragens, o que, se apresenta como uma enorme vantagem comparativa sobre a regulamentação canadense, tanto para a sua implementação como para o seu aperfeiçoamento.

Identifica-se nos marcos regulatórios revistos, do Brasil e da província da Columbia Britânica no Canadá muita similaridade nas atividades de fiscalização e que existe um princípio inicial comum de tornar o empreendedor totalmente responsável pela segurança da barragem, obrigando-o às formalidades de registro e cadastramento, ao monitoramento permanente e à realização de todas as inspeções e revisões necessárias, ou seja, ao completo gerenciamento de segurança da barragem, cabendo ao estado apenas a normatização e a fiscalização. Entende-se que isto está conjugado à tendência do “Estado mínimo” através da criação das agências reguladoras, limitando a autoridade reguladora ao desenvolvimento de padrões e normas e à fiscalização do desempenho do empreendedor da barragem. As evidências desse desdobramento são a tendência de redução do tamanho da autoridade reguladora e a necessidade de garantir que se esteja obtendo informações completas e verdadeiras dos empreendedores. Ambos marcos regulatórios regulam essas questões e, no caso da lei brasileira, a implantação e o desenvolvimento de uma plataforma on-line, Sistema Integrado de Gerenciamento de Segurança de Barragens de Mineração – SIGBM, vai corretamente ao encontro dessa necessidade, pois além das interfaces de acesso restrito ao empreendedor e aos órgãos fiscalizadores, está configurado na plataforma um módulo de acesso específico e à disposição do público em geral. Além disso, os reguladores terão necessidade de dispor de mecanismos efetivos para fazer cumprir os requisitos regulatórios no caso de os proprietários de barragens não cumprirem as suas obrigações, através da regulação de infrações e penalidades. O marco regulatório canadense é mais completo e específico do



que o brasileiro neste aspecto, apresentando um sistema progressivo de penalidades pecuniárias a cada infração e na subsequente reincidência do regulamento. A lei brasileira remete esse aspecto para o arcabouço criminal existente no código de mineração, distante da lei de segurança de barragens, cheio de omissões e de recursos protelatórios, o que não assiste no exercício da autoridade reguladora.

Com relação ao conteúdo regulatório, mais uma vez se constata que os marcos possuem grande similaridade, adotando uma abordagem baseada em riscos e de ciclo de vida da barragem, o que significa que o empreendedor é obrigado a incorporar as questões de segurança de barragens logo cedo no planejamento do projeto, construção, operação, manutenção, alteração e descomissionamento da barragem baseado na classificação da estrutura e de consequências quanto ao potencial de risco. Uma consequência dessa tendência é que mais atenção deve ser dada ao investimento na vigilância, monitoramento e manutenção da segurança da barragem, que constituem o principal objeto de fiscalização durante a fase operacional da vida da barragem. O monitoramento remoto com informações e imagens *online* deverá ser, no futuro, uma obrigação, como se faz hoje com os paióis de explosivos, por exigência do Serviço de Fiscalização dos Produtos Controlados do Exército Brasileiro.

Percebe-se também nos marcos regulatórios a disposição a prestar mais atenção às implicações sociais da segurança de barragens, incluindo a discussão com as comunidades de interesse sobre saúde e meio ambiente, principalmente. Uma consequência potencial dessa tendência é que provavelmente haverá um protagonismo crescente das comunidades de interesse no monitoramento e fiscalização ambiental independente deste tipo de empreendimento.

A legislação da B.C. exige que o empreendedor designe um Engenheiro de Registro cujo papel principal é preparar e atualizar o relatório construtivo da barragem (*As Built* e modificações), assegurando que a construção e modificações da estrutura seguem o projeto aprovado, atende aos regulamentos e melhores padrões de engenharia e sempre se responsabilizará pela performance de segurança da barragem. Na legislação brasileira, não existe esse papel, mas informalmente, a empresa que projeta a barragem é normalmente convidada a inspecionar e acompanhar as obras de construção e modificações e a permanecer



indefinidamente como consultora daquela estrutura até o final da vida útil, como se essa prática proporcionasse mais segurança à barragem, na visão do empreendedor. Até hoje essa é a regra e parece cumprir o papel do “Engenheiro de Registro” que a regulação canadense muito apropriadamente normatizou.

Outro aspecto identificado relativo à definição de responsabilidades não previsto na normativa brasileira tem a ver com a exigência canadense de constituição de um comitê revisor (fiscalizador) independente composto por renomados e experientes especialistas não envolvidos com o projeto, operação ou construção da barragem em referência. Tais especialistas tem por missão acompanhar o projeto da barragem em todas as fases e apresentar uma avaliação independente a alta administração da empresa e/ou órgãos regulatórios. Podem também proporcionar ao time local a experiência e diretrizes práticas de outras instalações similares, o que pode ser muito útil num projeto complexo, em termos de risco.

Surpreendentemente, não identificamos no texto das normativas canadense e brasileira qualquer referência ou diretriz com respeito às auditorias ou fiscalização dos órgãos reguladores, no sentido restrito do conceito. No entanto, identificou-se uma normativa específica, elaborada pelos Ministérios do Meio Ambiente e das Florestas, Terra e Operações de Recursos Naturais da Província da Columbia Britânica, que trata do Programa de Auditoria de Segurança de Barragens, destinado a avaliar as barragens reguladas da Columbia Britânica por funcionários públicos especializados em segurança de barragens. Tal normativa regulamenta essas atividades de auditoria, elegendo a periodicidade e categorias de barragem a serem auditadas, orientando os termos da auditoria, a aplicação e encaminhamento do *check list* e recomendando os programas e agendas de visita regionalizados aos oficiais de segurança de barragens, etc. O acréscimo de tal regulamentação a portaria da ANM que regulamenta a fiscalização de barragem pode ser uma complementação importante ao marco regulatório brasileiro.

Como resultado da pesquisa observa-se que as associações profissionais voluntárias canadenses, MAC e CDA, vêm contribuindo notadamente com o processo de reforço e promoção da cultura de segurança de barragens, sendo as suas diretrizes e protocolos, referência mundial em gerenciamento de projetos, construção, operação e



descomissionamento de instalações de rejeitos. Por outro lado, percebe-se a presença de associações profissionais reguladas, como a Associação dos Profissionais de Engenharia e Geocientistas da Columbia Britânica (APEGBC), com habilitação e atribuições profissionais específicas para projeto e/ou construção e/ou operação e manutenção de barragens, reconhecidas pela Província da Columbia Britânica.

Durante a pesquisa não foram identificadas publicações que abordam novas estratégias para a fiscalização de serviços públicos no Brasil, e mais especificamente, de mineração, associadas aos novos conceitos regulatórios de fiscalização responsiva. Esta sugere que as ações de fiscalização devem variar de acordo com o risco e, sobretudo, de acordo com o comportamento do agente regulado e, vale destacar como ponto de melhoria, a exemplo da prática regulatória no Canadá, o estabelecimento claro de penalidades e multas pecuniárias relevantes para infrações a legislação e Portarias reguladoras das entidades fiscalizadoras, visando o cumprimento integral e satisfatório da lei.

O estudo comparativo realizado nesta pesquisa serviu não só para confirmar que a legislação brasileira é similar à canadense da Columbia Britânica, mas também que ambos constituem marcos regulatórios modernos, adaptados à internacionalizada e competitiva indústria de mineração.

Nos Quadros Resumos 6 e 7 a seguir apresentam-se os principais aspectos de cada marco regulatório, realçando-se os pontos fortes e limitações identificadas em cada um.



Quadro 6 - Resumo dos pontos fortes e limitações: Destaques da Legislação Brasileira Lei 12.334/2010 e Portaria ANM 70389/2017.

<b>QUADRO 6 – Resumo dos pontos fortes e limitações</b>	
<b>Destaques da Legislação Brasileira Lei 12.334/2010 e Portaria ANM 70389/2017</b>	
<b>Pontos fortes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marco regulatório e Política de Segurança de Barragens de âmbito nacional;</li> <li>• Clareza na delegação de responsabilidades ao empreendedor e aos órgãos fiscalizadores;</li> <li>• Sistema de classificação de Barragem envolvendo categoria de risco e dano potencial associado;</li> <li>• Criação do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragem (SNISB);</li> <li>• Distinção objetiva entre barragens de mineração e barragens para outras finalidades;</li> </ul>
<b>Limitações</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidade fiscalizatória;</li> <li>• Capacitação e treinamento;</li> <li>• Recursos técnicos;</li> <li>• Criminalização e penalidades.</li> </ul>

Quadro 7 - Resumo dos pontos fortes e limitações: Destaques da Legislação Canadense.

<b>QUADRO 7 – Resumo dos pontos fortes e limitações</b>	
<b>Destaques da Legislação Canadense</b>	
<b>Pontos fortes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clareza na delegação de responsabilidades ao empreendedor e aos órgãos fiscalizadores;</li> <li>• Engenheiro de Registro da Barragem;</li> <li>• Sistema de classificação de Barragem envolvendo categoria de risco e dano potencial associado;</li> <li>• Programa de fiscalização realizado pelo próprio órgão fiscalizador;</li> <li>• Distinção entre barragens de mineração e barragens para outras finalidades;</li> <li>• Exigência de Comitê Revisor Independente no caso das grandes barragens;</li> <li>• Presença atuante das associações e fóruns especializados para discussão da temática associada às instalações de rejeitos, como o CDA e MAC.</li> </ul>
<b>Limitações</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausência de sistema informativo de âmbito nacional sobre a segurança de barragem;</li> <li>• Capacidade fiscalizatória;</li> </ul>



Quadro 8 - Análise Comparativa.

<b>Quadro 8 - ANÁLISE COMPARATIVA</b>			
<b>Critérios de Comparação</b>	<b>Legislação Brasileira Lei federal 12.334/ Portaria ANM 70.389</b>	<b>Legislação da Prov. da Columbia Britânica Ato de Sustentabilidade da Água Ato de Minas Código de Saúde, Segurança e Reabilitação para Minas Columbia Britânica</b>	<b>Obs.</b>
<b>1. Fundamentos do Sistema Segurança de Barragem</b>			
1.1 Definição de Responsabilidades	<ul style="list-style-type: none"><li>• De acordo com a legislação federal 12334/2010, o empreendedor é o responsável legal pela segurança da barragem, cabendo-lhe o desenvolvimento de ações para garanti-la; o empreendedor formará equipe técnica para gestão de forma similarmente temos o responsável técnico pela segurança da barragem com Anotação de Responsabilidade Técnica;</li><li>• As Responsabilidades encontram-se dispostas nos artigos 42.º, 43.º, 44º e 45º.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Exige funções-chave para gerenciar, operar e fechar uma instalação de rejeitos, seção 21 do Ato de Minas. O empreendedor deve designar um Gerente de Mina para ser o responsável final pelo cumprimento do Código e pela segurança da barragem de rejeitos e exige um responsável técnico pela barragem de rejeitos e garanta que cada barragem tenha um Engenheiro de Registro;</li><li>• E um Conselho de Revisão Independente da Barragem.</li></ul>	
1.2 Órgão Fiscalizador	No caso das barragens de mineração (rejeitos), o órgão responsável pela fiscalização é a Agência Nacional de Mineração – ANM.	O órgão responsável pela fiscalização das barragens na Columbia Britânica é o Ministério de Energia e Minas – MEM.	
1.3 Cadastro das Barragens	A Portaria ANM 70.389/2017 criou o Cadastro Nacional de Barragens de Mineração. O empreendedor é obrigado a cadastrar todas as	O empreendedor é obrigado a cadastrar a barragem e a respectiva classificação e a designar um Engenheiro de Registro - EoR, que é responsável por garantir que a	



	barragens de mineração em construção, em operação e desativadas sob sua responsabilidade, parágrafo único do art. 13 da Lei nº 12.334/2010;	barragem foi construída de acordo com o projeto e com os critérios e padrões de engenharia aplicáveis. Um relatório da construção da barragem deve ser enviado ao Ministério da Energia e Minas, identificado com Relatório <i>As-Built</i> .	
1.4 Sistema Integrado de Gestão de Barragens de Mineração	As barragens de mineração são cadastradas num sistema Integrado de Gestão de Segurança de Barragens de Mineração – <b>SIGBM</b> , base dados nacional que integra o cadastro nacional de barragens de mineração. O SIGBM foi regulamentado pelos Artigos 3.º e 4º da Portaria ANM nº 70389/2017.	Não foi identificado nenhum sistema similar nas normativas canadenses	
1.5 Critérios de Classificação das barragens	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O Artigo 3.º da Resolução N.º 143/2012 e o Art. 5º da Portaria ANM nº 70389/2017 estabelecem os critérios de classificação das barragens por categoria de risco, dano potencial associado, estudo ruptura e mapa de inundação;</li> <li>• As barragens serão classificadas através da matriz que analisa o risco crítico versus dano potencial associado, nas classes A, B, C, D e E, constante no Anexo I da referida Portaria ANM.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O artigo 10.1.6 do código prevê a Classificação por consequência e faz a exigência de um estudo de ruptura de barragem e mapa de inundação conforme as diretrizes da Associação Canadense de Barragens (CDA) para fundamentar a classificação da barragem;</li> <li>• As barragens são classificadas de acordo com a potencial perda de vidas. Começando, por baixo risco, sem perda de vidas até Risco Extremo, onde existe o potencial de perda de mais de 100 vidas</li> </ul>	
1.6 Avaliação do site da barragem para projeto das fundações		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exigência recém-criada em resposta ao acidente de Mount Polley;</li> <li>• As diretrizes foram desenvolvidas pela Associação dos Engenheiros e Geocientistas da Columbia Britânica – APEG- BC.</li> </ul>	
<b>2. Operação, manutenção e Vigilância</b>			
2.1 Sistema de Gestão	Plano de Segurança de Barragem, de implementação obrigatória do empreendedor, é regulamentado pela Portaria ANM 70389/2017. Composto de: 1.Informações gerais; 2. Planos e Procedimentos; 3.Registros e Controles; 4.Revisão Periódica de	O empreendedor é obrigado a desenvolver e implementar um sistema de gerenciamento da instalação de rejeitos, o qual deva incluir auditorias regulares. Sugere como referência o sistema apresentado no Guia preparado pela Associação de Mineração do Canada (MAC). Tal sistema	



	Segurança de Barragem e 5.Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração.	compreende: planejamento, identificação e gerenciamento dos riscos, controles operacionais, comunicação e relatórios, revisão e correções, documentação e registros e planejamento da preparação e resposta a emergências.	
2.2 Manual de Operação, Manutenção e Monitoramento	O Plano de operação, regra operacional dos dispositivos de vertimento, procedimentos para atendimento as regras operacionais, planejamento de manutenções, plano de monitoramento e instrumentação, planejamento das inspeções de segurança de barragem e manuais dos equipamentos com cronogramas de testes e calibração, são itens constantes do volume II do Plano de Segurança da Barragem PSB.	<ul style="list-style-type: none"><li>• O código exige que a mina desenvolva e implemente procedimentos operacionais e de manutenção e um programa de monitoramento para operar com segurança e monitorar as condições e a performance da instalação e estruturas associadas de forma a evitar, detetar e encaminhar alguma mudança, deterioração ou condição perigosa, tudo consolidado num manual identificado por Manual OMS;</li><li>• Todos os trabalhadores envolvidos em tarefas da instalação de rejeitos deverão ser treinados no conteúdo e uso do manual;</li><li>• O desenvolvimento do manual é responsabilidade do gerente da mina com a coordenação e revisão do EoR;</li><li>• O código exige que o manual seja revisto anualmente ou após uma alteração das condições operacionais.</li></ul>	
2.3 Inspeções Regulares e especiais de Segurança	<ul style="list-style-type: none"><li>• O empreendedor deve realizar, quinzenalmente, ou em menor período, a seu critério, inspeções de rotina na barragem sob sua responsabilidade, ocasiões em que deve preencher a Ficha de Inspeção Regular FIR. A FIR deverá abranger todos os componentes e estruturas associadas à barragem e conter, obrigatoriamente a matriz de classificação quanto à categoria de risco. A ficha de inspeção regular preenchida em campo quinzenalmente e transferida para o Extrato de Inspeção de Segurança Regular da Barragem no</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• O plano de vigilância e monitoramento prevê ações de inspeção e leitura de instrumentos de rotina com frequência variável (diária, semanal e mensal). O plano também prevê procedimentos para estas ações bem como para a coleta de dados, análise e relatórios;</li><li>• A frequência das inspeções é baseada na classificação da barragem e quando os requisitos não forem estabelecidos pelo regulamento o engenheiro de registro poderá definir tais requisitos;</li><li>• Adicionalmente às inspeções regulares previstas no</li></ul>	



	<p>SIGBM por equipe técnica do seu quadro ou de terceiros contratados. É elaborado o Relatório de Inspeção regular de Segurança de Barragem com a Declaração de Condição de Estabilidade da Barragem, devendo esta ser enviada à ANM via SIGBM entre 01 e 31 de março e 01 a 30 de setembro.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capítulo IV e V da portaria 70.389/2017 dispõe sobre a estrutura, conteúdo e periodicidade das Inspeções Regulares e Especiais respectivamente.</li><li>• A Ficha de Inspeção Especial é definida pelo empreendedor, devendo abranger os componentes e estruturas associadas à barragem que tenham motivado a ISE, no mínimo, os tópicos existentes no Anexo IV. A FIE deverá ser anexada ao PSB;</li><li>• O Extrato de Inspeções Especiais EIE é um instrumento criado para que o órgão fiscalizador possa ter melhor gestão remota das barragens.</li></ul>	<p>plano de Vigilância, as barragens devem ser inspecionadas durante e após eventos extremos, tais como tempestades, inundações, ventanias, terremotos, e no caso de operação no nível máximo de água da barragem. Relatórios circunstanciados desses eventos e das condições da barragem deverão ser elaborados, se mudanças significativas forem encontradas.</p>	
2.4 Relatórios	<ul style="list-style-type: none"><li>• O empreendedor deverá elaborar RISR e a DCE semestralmente, devendo ser registrado no SIGBM entre o 1.º e 31º de março e entre 1º e 30º de setembro de cada ano;</li><li>• O RISR e DCE, com entrega entre 1º e 30º de setembro, devem ser elaborados obrigatoriamente por equipe externa contratada, e os documentos com entrega prevista entre 1.º e 31.º de março podem ser elaborados por equipe de profissionais do empreendedor. Os relatórios e fichas deverão integrar o PSB.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• O código exige um relatório anual sobre a segurança da barragem baseado em inspeções conduzidas pelo EoR ou por Engenheiro qualificado sobre as condições físicas de curto prazo ou resultados de monitoramento. O relatório deve ser preparado pelo EoR e submetido até o dia 31 de Março do ano seguinte;</li><li>• Todos os relatórios são públicos e devem evidenciar deficiências, não conformidades, e oportunidades de melhoria que deverão ser priorizadas com recomendação de prazos para conclusão. Planos de ação também devem ser evidenciados nos relatórios. As recomendações devem ser específicas, mensuráveis e executáveis dentro de um prazo razoável.</li></ul>	



2.5 Vigilância e Monitoramento	<ul style="list-style-type: none"><li>• O empreendedor é obrigado a implementar sistema de monitoramento de segurança de barragem, cujo nível de complexidade dependerá do DPA da BM;</li><li>• Aquelas com DPA alto deverão dispor de monitoramento com acompanhamento em tempo integral, sendo de responsabilidade do empreendedor a definição da tecnologia, dos instrumentos e dos processos de monitoramento;</li><li>• As informações advindas do sistema de monitoramento, devem estar disponíveis para as equipes ou sistemas das Defesas Civas estaduais e federais e da ANM, devendo ter videomonitoramento 24 horas por dia das estruturas de DPA alto, devendo esta ser armazenada pelo empreendedor pelo prazo mínimo de noventa dias.</li></ul>	O código exige que um programa de vigilância e monitoramento, incluindo a instrumentação, instalações e procedimentos seja desenvolvido e implementado de acordo com o padrão da prática industrial e regulamentos locais. Deve fazer parte do Manual OMS. Os requisitos para a instalação da instrumentação e frequência das inspeções e medições devem basear-se na classificação de consequência da instalação. Quando os requisitos não são regulados, o EoR define os requisitos.	
2.6. Preparação e Resposta para Emergência	<ul style="list-style-type: none"><li>• O Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração - PAEBM está regulamentado nos artigos de 29 a 41.º da Portaria ANM 70389/2017;</li><li>• O PAEBM possui um coordenador e seu substituto, responsável pela sua implementação, devendo ser profissional designado pelo empreendedor da barragem, com autonomia e autoridade para mobilização de equipamentos, materiais e mão de obra a serem utilizados nas ações corretivas e/ou emergenciais, devendo estar treinado e capacitado para desempenho da função. Deve ser atualizado sempre que houver alguma mudança nos meios e recursos disponíveis para serem utilizados em situação de emergência, devendo ser revisado por ocasião da realização de cada RPSB, reavaliando as</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• O Plano de Preparação e Resposta à Emergência (EPRP), regulamentado no HSRC-2016.10.24.2, deverá ser documentado, atualizado anualmente e testado com auxílio de simulados de emergência;</li><li>• O plano deve complementar e funcionar em paralelo com o Plano Geral de Resposta à Emergência da Mina (MERP) e planos municipais ou comunitários se houver. O plano deve considerar os modos de ruptura e consequências específicos para a barragem identificados na avaliação de riscos e identificar potenciais alternativas de resposta e mitigação. O plano deve ser acionado pela posição de comando da mina e coordenado por um centro de comando da emergência. A lista de atividades previstas no EPRP segue a as diretrizes da Associação Canadense de Barragens</li></ul>	



	ocupações a jusante e os possíveis impactos a ela associado, assim como atualização do mapa de inundação.	(CDA).	
<b>3. Revisão da Segurança de Barragem</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• A RPSB é parte do Plano de Seg. de Barragem e objetiva verificar o estado geral de segurança. Os art. 13º e 14º da Port. ANM 70.389/2017 dispõem sobre a estrutura e conteúdo mínimos dos relatórios que será registrado no SIGBM;</li><li>• O art.15 da Port. 70.389/2017 determina a periodicidade da RPSB, em função do DPA, como: DPA alto:a cada 3 anos; DPA médio: a cada cinco anos e DPA baixo: a cada sete anos. Sempre que ocorrerem modificações como alteamento ou alterações na classificação dos rejeitos depositados, deve ser realizada no prazo de seis meses a contar da conclusão da modificação da barragem. No caso de barragens alteadas continuamente, independente do DPA, a RPSB será executada a cada dois anos ou a cada 10m alteados, prevalecendo o que ocorrer antes;</li><li>• A revisão examinará documentação da barragem, procedimentos de operação e manutenção adotados, realização de novas análise de estabilidade assim como aderência entre o projeto e construção.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• O propósito da revisão é rever e avaliar a performance da instalação de rejeitos em relação aos padrões atuais da prática de segurança de barragens.</li><li>• A revisão deve ser sistemática e detalhada e avaliar todos os aspectos do projeto, construção, manutenção, operação e gestão baseado no estado da arte atual que pode ser diferente do existente á época da construção. O código exige revisões de segurança periódicas (DSR) no mínimo a cada 5 anos independente da classificação da barragem.</li><li>• A revisão deve ser realizada por consultoria independente não envolvida previamente com o projeto ou a operação ou por um grupo multidisciplinar de engenheiros reportando a um único engenheiro, o revisor.</li><li>• As conclusões essenciais do relatório da revisão devem ser: 1. A barragem atende a todos os requisitos de segurança; 2.A barragem não atende os requisitos de segurança (lista de deficiências ou não conformidades e recomendações) e 3. Incerteza sobre o atendimento a alguns requisitos (lista das áreas em dúvida e ações necessárias para se dirimir todas as incertezas). É de responsabilidade do empreendedor enviar o relatório da revisão periódica ao órgão regulador e gerenciar as ações e recomendações necessárias para garantir a segurança da Barragem.</li></ul>	
<b>4. Programa de Auditorias de Inspeção de barragens</b>		<ul style="list-style-type: none"><li>• O Programa de Auditoria destina-se a determinar se as barragens reguladas estão em conformidade com o</li></ul>	



<b>pelo órgão fiscalizador</b>		<p>Regulamento da Columbia Britânica. O programa é implementado pelos inspetores de Segurança de Barragem e as barragens classificadas como de consequências Extrema (E), Muito Alta (VH) e Alta (H) serão auditadas pelo menos a cada 5 anos.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Barragens classificadas como de consequência significativa (S) serão auditadas pelo menos a cada 10 anos e as de classificação Baixa (L) não serão incluídas no programa de auditoria. O programa não é projetado para corrigir deficiências. As deficiências serão abordadas usando o procedimento existente de Classificação baseada em Risco e Monitoramento.</li><li>• O inspetor de Segurança de barragens entregará uma cópia da “Folha de Verificação de Auditoria de Barragens” ao empreendedor e quando possível, o oficial de segurança de barragens deve concluir a inspeção de barragem com o proprietário enquanto as informações da auditoria serão inseridas no registro da barragem no E-Licenciamento e no arquivo da barragem no retorno ao escritório.</li><li>• A classificação, a probabilidade de falha e o nível de risco serão reavaliados e inseridos no registro da barragem.</li><li>• O oficial de segurança da barragem enviará uma carta ao proprietário da barragem, com os resultados da auditoria, incluindo a conformidade com o regulamento, observações e recomendações da auditoria. Se uma condição perigosa for descoberta durante uma auditoria, o oficial de segurança da barragem atenderá a situação imediatamente.</li></ul>	
<b>5. Documentação</b>	Toda a documentação e registros da barragem devem	A administração da mina deve manter documentação e	



	constar no volume I, Tomo 2, Documentação Técnica do Empreendimento, do PSB.	registros e assegurar que a documentação esteja integrada a um sistema de controle de documentos. Documentos do projeto, licenças e autorizações, relatórios para licenciamento e respectivas respostas, relatórios <i>as built</i> devem ser conservados permanentemente. Planos de gerenciamento de água e de fechamento, relatórios de incidentes e inspeção, relatórios mensais, anuais e de revisão manter durante 10 anos. Registros de treinamento podem ser mantidos por 5 anos	
<b>6. Segurança Patrimonial</b>	Sem exigência ou recomendação	Sem exigência ou recomendação	
<b>7. Infrações e Penalidades</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Regulamentado no Artigo 46.º da Portaria ANM 70389/2017, caso haja o não cumprimento das obrigações contidas na referida Portaria, sem prejuízo de outras sanções legalmente previstas, conforme o caso, sujeitarão o infrator às penalidades estabelecidas no art 100, II, c/c art 54 do Decreto 62934, de 02 de julho de 1968 e art. 9º, caput e incisos IV, VI e VII e <math>\partial</math> 1.º e 2.º da Lei nº 7805/89. Entretanto, os artigos e incisos indicados (Decreto 62934/1968 e lei 7805/89) referem-se às atividades minerárias, não definindo às penalidades para os respectivos autos de infração;</li><li>• Projeto Lei no Senado – PLC 224 que trata de alterações neste item da Lei.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• O Ato de Sustentabilidade da Água prevê penalidades específicas para cada infração ao regulamento. Tais penalidades variam de Cd\$200.000 até Cd\$1.000.000 se a infração persistir e podem até colocar o responsável pela mina na prisão por 6 meses;</li><li>• As infrações estão bem definidas no regulamento Parte 3, Divisão 3. 28 Infrações.</li></ul>	
<b>8. Segurança Publica</b>	Não identificada nenhuma exigência nas normativas	Boletim técnico do CDA <i>Public Safety And Security around dams</i> é referência para este elemento de segurança das Barragens, que dependendo da localização podem ser vulneráveis a sabotagem, ataques terroristas, etc.	



#### 4. CAPÍTULO IV – CONCLUSÕES

Distinguem-se nos marcos regulatórios de segurança das barragens de mineração no Brasil e no Canadá que a segurança e a fiscalização de barragens são conceitos dinâmicos, em constante atualização, pois seguem o avanço tecnológico e a percepção da sociedade e das comunidades de interesse com relação aos efeitos sociais, econômicos e ambientais da segurança da construção e operação dessas estruturas.

Neste contexto, como conclusão e contribuição desta análise crítica, podemos destacar recomendações regulatórias e não regulatórias.

Com relação às regulatórias, conclui-se que é aconselhável verificar a possibilidade de complementação das portarias da ANM com as exigências da designação pelo empreendedor do Engenheiro de Registro e do Comitê Revisor Independente, pelo menos no caso, de barragens com classificação A e B, risco alto. Além disso, sugere-se a regulamentação específica das infrações à lei de Segurança de Barragens assim como dos programas de auditorias oficiais dos órgãos fiscalizadores no mesmo molde do praticado pelo Ministério do Meio Ambiente e Operações de Recursos Naturais da Província da Columbia Britânica. Imagina-se que as duas últimas sugestões tenham efeito mais imediato na implementação e fiscalização da lei, enquanto que as duas primeiras podem contribuir para a redução do risco das barragens classificadas como A e B.

Como conclusão complementar, relacionada à importância das associações profissionais voluntárias canadenses na promoção e desenvolvimento da mineração sustentável e mais particularmente, na criação de fóruns especializados para discussão da temática associada às instalações de rejeitos, sugere-se ao Comitê Brasileiro de Barragens (CBDB) a criação de uma associação aos moldes da CDA, cujos associados são empreendedores e operadores de barragens, reguladores e profissionais da área, interessados no desenvolvimento da teoria e prática de barragens. Acreditamos que no esforço de mobilização, promoção e educação dessas organizações voluntárias, reside o principal segredo do sucesso da performance e cultura de segurança das barragens do Canadá.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. Agência Nacional de Águas. **Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens: Instruções para Apresentação do Plano de Segurança da Barragem**. 130p. vol. I. Brasília: 2016.

\_\_\_\_\_. **Relatório de Segurança de Barragens - 2017**. 81p. Brasília: 2018.

ARAÚJO, C. B. **Contribuição ao estudo do comportamento de barragens de rejeito de mineração de ferro**. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

ASDSO. Association of State Dam Safety Officials. **Emergency Action Planning**. Disponível em: <<https://damsafety.org/dam-owners/emergency-action-planning>>. Acesso em: 15 nov 2018.

ASSIS, A.P; ESPÓSITO, T.J. **Construção de barragens de rejeito sob uma visão geotécnica**. In: SIMPÓSIO SOBRE BARRAGENS DE REJEITOS E DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS – REGEO, 3., 1995. Anais. Ouro Preto: ABMS/ABGE/CBGB, 1995, p. 259-273.

ÁVILA, J. P. **Barragem de Rejeito no Brasil**. Comitê Brasileiro de Barragem CBDB, Rio de Janeiro, 2012.

BALBI, D. A. F. **Metodologias para a elaboração de planos de ações emergenciais para inundações induzidas por barragens. Estudo de caso: barragem de Peti – MG**. 2008. 353f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia: Belo Horizonte, 2008.

BERTERQUINI, A. B. T.; ASSIS, M. M. G. de; SABBO, G. R. **Barragens de Retenção de Rejeitos de Mineração**. Revista de Engenharia UniToledo, Araçatuba, v 02, n. 01, p.3-15, jan/ago. São Paulo, 2017.

BRASIL, Lei 12.334, de 20 de setembro de 2010. **Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art. 35 da Lei nº9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4º da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000**, Brasília, DF, jun. 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112334.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112334.htm)>. Acesso em: 4 nov 2018.

\_\_\_\_\_. Portaria DNPM Nº 70.389, de 17 de maio de 2017. **Cria o Cadastro Nacional de Barragens de Mineração, o SIGBM e estabelece a periodicidade de execução ou atualização, a qualificação dos responsáveis técnicos, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do Plano de Segurança da Barragem, das Inspeções de Segurança Regular e Especial, da Revisão Periódica de Segurança de Barragem e do Plano de Ação de**



**Emergência para Barragens de Mineração, conforme art. 8º, 9º, 10, 11 e 12 da Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010.** Departamento Nacional de Produção Mineral, Brasília, maio de 2017. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/portaria-dnpm-no-70-389-de-17-de-maio-de-2017-seguranca-de-barragens>. Acesso em: 4 nov 2018.

\_\_\_\_\_. Resolução n. 143, de 10 de jul. de 2012. **Estabelece critérios gerais de classificação de barragens por categoria de risco, dano potencial associado e pelo volume do reservatório, em atendimento ao art. 7º da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. Conselho Nacional de Recursos Hídricos.** Brasil, p. 1-16, set. 2012. Disponível em: <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/semarh/DOC/DOC000000000020854.PDF>> Acesso em: 25 out 2018.

\_\_\_\_\_. Portaria DNPM Nº 416, 03 de setembro de 2012. **Cria o Cadastro Nacional de Barragens de Mineração e dispõe sobre o Plano de Segurança, Revisão Periódica de Segurança e Inspeções Regulares e Especiais de Segurança das Barragens de Mineração conforme a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que dispõe sobre a Política Nacional de Segurança de Barragens.** Departamento Nacional de Produção Mineral, Brasília, 2012. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/aceso-a-informacao/legislacao/portarias-do-diretor-geral-do-dnpm/portarias-do-diretor-geral/portaria-no-416-em-03-09-2012-do-diretor-geral>. Acesso em: 25 de out 2018.

\_\_\_\_\_. Portaria DNPM Nº 526, 11 de dezembro de 2013. **Estabelece a 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 (PAEBM), conforme art. 8º, 11 e 12 da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), e art. 8º da Portaria nº 416, de 3 de setembro de 2012.** Departamento Nacional de Produção Mineral, Brasília, 2013. Disponível em: <http://www.anm.gov.br/aceso-a-informacao/legislacao/portarias-do-diretor-geral-do-dnpm/portarias-do-diretor-geral/portaria-no-526-em-09-12-2013-do-diretor-geral-do-dnp>. Acesso em: 25 de out 2018.

CANADIAN DAM ASSOCIATION, CDA. **Dam Safety Guidelines. 2013 Edition.** Canadá, 2007.

CARDOZO, F. A. C., CORDOVA, D. P., ZINGANO, A. C., GALLI, B., & PENÃ, F. P. (2016). **Métodos Construtivos de Barragens de Rejeito: Crítica ao Método de Montante.** Anais do Congresso Brasileiro de Geologia, 48: Porto Alegre, 2016.

CBDB. Comitê Brasileiro de Barragens. **A História das Barragens no Brasil, Séculos XIX, XX e XXI: cinquenta anos do Comitê Brasileiro de Barragens.** [coordenador, supervisor, Flavio Miguez de Mello; editor, Corrado Piasentin]. CBDB: Rio de Janeiro, 2011. 524 p.

DUARTE, A. **Classificação das Barragens de Contenção de Rejeitos de Mineração e de Resíduos Industriais no Estado de Minas Gerais em Relação ao potencial de Risco.**



130pg. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos), Escola de Engenharia de Minas da Universidade Federal de Minas Gerais: Minas Gerais, 2008.

ESPÓSITO, T. J. **Controle Geotécnico da Construção de Barragens de Rejeito – Análise da Estabilidade de Taludes e Estudos de Percolação**. 1995. 159f. Dissertação (Mestrado Geotecnia) Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília: Brasília, DF, 1995.

\_\_\_\_\_. **Metodologia Probabilística e Observacional Aplicada a Barragens de Rejeito construída por aterro hidráulico**. 2000. 363p. Tese de Doutorado, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília: Brasília, DF, 2000.

FERREIRA, G. L.; PARDINHO, I. **O que mudou com a nova regulamentação das Barragens de Mineração no Brasil**. Disponível em: [inthemine.com.br/site/o-que-mudou-com-a-nova-regulamentacao-das-barragens-de-mineracao-no-brasil](http://inthemine.com.br/site/o-que-mudou-com-a-nova-regulamentacao-das-barragens-de-mineracao-no-brasil). Acesso em: 08 de mar. 2019.

IBRAM. Instituto Brasileiro de Mineração. **Gestão e Manejo de Rejeitos da Mineração**. 2016. 128p. Brasília. Disponível em: <http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00006222.pdf> >. Acesso em: 15 nov 2018.

HSRC Guidance Document Introduction A revision of Part 10 of the **Health Safety and Reclamation Code for Mines** in British Columbia, 2016, Page 4. Disponível em: [https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/farming-natural-resources-and-industry/mineral-exploration-mining/documents/health-and-safety/part\\_10\\_guidance\\_doc\\_10\\_20july\\_2016.pdf](https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/farming-natural-resources-and-industry/mineral-exploration-mining/documents/health-and-safety/part_10_guidance_doc_10_20july_2016.pdf) Acesso em: 10 de nov 2018.

MACHADO, P. A. L. **Direito Ambiental Brasileiro**. ed. 21<sup>a</sup>. São Paulo: Malheiros, 2013.

MEND Report. **Study of Tailings Management Technologies**. Klohn Crippen Berger - KCB - Mine Environment Neutral Drainage (MEND) Project. Canadá, 2017. Disponível em: [http://mend-nedem.org/wp-content/uploads/2.50.1Tailings\\_Management\\_TechnologiesL.pdf](http://mend-nedem.org/wp-content/uploads/2.50.1Tailings_Management_TechnologiesL.pdf) . Acesso em: 20 mar 2019.

MENESCAL, R. A.; VIEIRA, V. P. P. B.; OLIVEIRA, S. K. F. **Terminologia para análise de risco e segurança de barragens**. In: MENESCAL, R. A. (coord.) **A segurança de barragens e a gestão de recursos hídricos**. Ministério da Integração Nacional: Brasília: 2005a. p. 31-49.

MINISTRY OF FOREST, LANDS AND NATURAL RESOURCE OPERATIONS AND MINISTRY OF ENVIRONMENT. **Dam Safety Audit Program**. British Columbia. September, 2009.

\_\_\_\_\_. **Dam Safety Regulation. British Columbia, Reg.108/2011; Water Act (Ch. 438, RSBC/1996) and The Water Regulation**. British Columbia, Reg.108/2011.



NEVES, L. P. **Legislação Federal Brasileira em Segurança de Barragem Comentada.** Agência Nacional de Mineração: Brasília, 2018. Disponível em: <<http://www.anm.gov.br/assuntos/barragens/e-book-livre-legislacao-federal-brasileira-em-seguranca-de-barragens-autor-luiz-paniago-neves>>. Acesso em: 12 dez 2018.

RAFAEL, H. M. A. M. **Análise do potencial de liquefação de uma barragem de rejeito.** 103f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Departamento de Engenharia Civil, PUC-Rio: Rio de Janeiro, 2012.

RODRIGUES, A. B. **Riscos da disposição de rejeitos da mineração e técnicas alternativas de disposição.** 39f. Monografia (Graduação). Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Minas, Departamento de Engenharia de Minas: Ouro Preto, 2017.

ROBERTSON, Andrew. **We need to talk about tailings**, Mining Magazine, 2019.

SOARES, L. **Barragem de rejeito.** In: LUZ, A. B. da; SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A. Tratamentos de minérios. CETEM/MCT: Rio de Janeiro, 2010. p. 831-896.

VICK, S. G. **Planning, design and analysis of tailing dams.** John Wiley & Sons: New York: 1983. 369 p.



## ANEXO 1

### CÓDIGO DE MINAS PARA SAÚDE, SEGURANÇA E REABILITAÇÃO NA COLUMBIA BRITÂNICA – PARTE 10

#### 2.1 RESPONSABILIDADES

A lei de Minas e o Código exigem várias funções-chave para gerenciar, projetar e construir, operar e fechar uma instalação de armazenamento de rejeitos (TSF). Antes de realizar qualquer trabalho, o proprietário da mina deve designar um Gerente de Mina sob seção 21 da Lei, que deve estar presente no local diariamente e ser o responsável final pelo cumprimento de todos os requisitos do Código. Como tal, o Gerente de Mina é o responsável final pela segurança da barragem de rejeitos. O Código também exige que o Gerente de Minas designe uma pessoa para cumprir o papel de responsável técnico pela barragem de rejeitos e garanta que cada barragem tenha um Engenheiro de Registro e um Conselho de Revisão Independente da Barragem. As responsabilidades desses indivíduos podem variar de acordo com cada site, mas os seguintes termos de referência são estabelecidos pelo código:

#### Gerente de Minas (Ato de Minas)

- é responsável pela mina conforme o Código / Lei.
- é designado de acordo com a Seção 21 da Lei de Minas
- Responsável por todos os aspectos do desempenho e gestão de rejeitos e estruturas de retenção de água.
- Responsável pelo cumprimento dos requisitos regulamentares e orientações relevantes.
- Responsável por enviar todos os relatórios de conformidade exigidos pelas agências reguladoras até as datas de vencimento.
- Define funções e responsabilidades no site, autoridade e responsabilidade.
- Aloca recursos humanos e financeiros necessários.
- Relata ocorrências perigosas, incluindo incidentes significativos na TSF ao inspetor-chefe.

Técnico Qualificado – Barragem de Rejeitos (Código 10.4.2)



- Desenvolve e implementa os planos de gestão de rejeitos e água para os TSFs sob sua supervisão.
- Coordena a concepção, construção e gestão de instalações de rejeitos com o Engenheiro de Registro.
- Desenvolve plano de sucessão para o Engenheiro de Registro.
- Implementa programas de treinamento para rejeitos e gerenciamento de água
- Implementa a vigilância, inspeção, monitoramento e manutenção estabelecidas no Manual de Operações, Monitoramento e Vigilância (OMS).
- Fornece QPOs para atividades operacionais e de manutenção para inclusão no OMS.
- Relatórios para o Gerente de Minas sobre o status e desempenho do Sistema de Gestão de Rejeitos

**NOTA:** esta função pode ser designada como uma parte do funcionário ou das Funções do gerente de mina e pode não ser necessariamente uma posição separada para todos os sites, dependendo da complexidade das TSFs.

#### Engenheiro de Registro (EoR) - (código 10.1.5)

- É um engenheiro qualificado e competente, com experiência proporcional á classificação e complexidade da instalação da barragem.
- As responsabilidades do EoR devem ser atribuídas a um indivíduo e não a uma empresa.
- Responsável profissionalmente pela implantação do projeto
- Responsável por avaliar a adequação do projeto aos critérios e diretrizes aplicáveis.
- Relatório sobre as inspeções anuais de segurança de barragens.
- Participa das revisões de segurança de barragens.
- Participa em avaliações de risco.
- Fornece os objetivos de desempenho quantitativo e monitora as frequências necessárias para garantir que a instalação esteja funcionando de acordo com o Manual de Operação de Segurança (OMS).

Em caso de alteração do EoR, participa na implementação do plano de sucessão, incluindo a



compreensão dos riscos e responsabilidades associados a tais mudanças e promovendo mudanças apropriadas procedimentos de gestão.

**NOTA:** Um Engenheiro de Registro deve ser designado uma vez que a construção da instalação está em andamento. Uma barragem que ainda está em projeto não exige Engenheiro de Registro.

#### Comitê de Revisão Independente (ITRB)

(Código 10.4.2)

- Composto de especialistas independentes no assunto não envolvidos ou responsáveis pelo projeto, operação ou construção da estrutura.;
- Fornece uma avaliação independente para alta gerencia da mina e agencia reguladora, sobre o projeto, construção e operação da barragem de rejeitos;
- Fornece à equipe de campo orientação prática, perspectiva, experiências e padrões/melhores práticas de outras operações;
- Fornece comentários e sugestões obre o processo de planejamento e design, programas de monitoramento, metodologia de análise de dados e trabalhos realizados por equipes do local e/ou consultores contratuais;
- Fornece aconselhamento e orientação não vinculativos, mas não direciona trabalho ou desempenha o papel do Engenheiro de Registro;
- Tamanho e composição do ITRB com base na complexidade do sistema de rejeitos, em termos de risco, consequência e disciplina;
- Designada pelo Ministro de Energia e Minas e pelo Inspetor-Chefe de Minas para revisar aplicações e relatórios de conformidade;
- Realiza inspeções de minas para avaliar e fazer cumprir o código.

## 4. CONSTRUÇÃO E OPERAÇÃO

### 4.1 Relatório Anual da Gerência de Mina (HSRC, 2016.10.4.4)

As informações adicionais exigidas pelo Inspetor-Chefe da HSRC de 2016, cláusula 10.4.4 (g), incluem o seguinte para TSFs:

- Resumo das obras de construção do ano
- Projeto planejado e obras de construção para o ano seguinte
- Programação para o ano seguinte



- Atualização da operação da Life of Mine e planos e cronograma de construção
- Resumo das atualizações do OMS / EPRP
- Resumo de recomendações abertas de engenharia, ordens regulatórias e condições de permissão e status de cada recomendação, incluindo o cronograma para
- Resumo de ocorrências perigosas incluindo incidentes significativos de segurança de TSF ou de barragens que ocorreu durante o ano
- Atualização do inventário da barragem
- Relatório de inspeção de segurança de instalações de rejeitos e barragens (ver seção 3.2)
- Atualização sobre atividades de gerenciamento de riscos

#### **4.2 Relatório Anual de Inspeção de segurança do sistema de rejeitos e barramento (HSRC, 2016. 10.5.3)**

O propósito de uma Inspeção de Instalação de Armazenamento de Rejeitos, Gerenciamento de Água ou Inspeção de Segurança de Barragens é revisar e avaliar a adequação do desempenho e da operação da instalação geral, com atenção em condições físicas de curto prazo e resultados de vigilância. O relatório será preparado por a EoR, mas a inspeção pode ser realizada pelo EoR ou pode designar um engenheiro geotécnico qualificado, inscrito como engenheiro profissional (P.Eng.) na Colúmbia Britânica, e realizar a inspeção em seu nome. Esses relatórios são enviados com o proprietário, agente ou relatório anual do gerente com vencimento em 31 de março do ano seguinte, conforme a cláusula 10.4.4 do Código.

Todas as barragens de retenção de água e de TSF devem ter inspeção anual. Todos os relatórios de inspeção serão postados e disponibilizados publicamente.

Deficiências, não-conformidades e oportunidades de melhoria identificadas durante a inspeção deve ser priorizado com cronogramas recomendados para conclusão e planos de ação desenvolvidos.

Diferentes tipos de instalações de armazenamento de rejeitos podem exigir informações diferentes. O código diferencia entre dois tipos gerais de instalações de armazenamento de rejeitos:

1. TSFs que armazenam água ou rejeitos saturados.
2. TSFs que não podem reter água ou rejeitos saturados (ou seja, empilhamento a seco).

*No mínimo, as seguintes informações devem ser fornecidas no Relatório Anual de Inspeção.*

Requisitos	Estruturas que
------------	----------------



	reservam água ou rejeitos saturados
<b>1. Sumário Executivo</b>	✓
1.1 Descrição sumária da estrutura	✓
1.2 Sumário de perigos	✓
1.3 Classificação por consequência	✓
1.4 Sumario das mudanças significantes	✓
1.5 Alterações significativas na instrumentação e registros visuais	✓
1.6 Alterações significativas na estabilidade ou no controle de água superficial	✓
1.7 Sumário do manual de Operação (OMS)	✓
1.8 Sumário da revisão do Plano de Contingencia e Resposta à Emergência	✓
1.9 Data agendada para a próxima Revisão Formal da Barragem em conformidade com o Código	✓
1.2 Sumário das recomendações	✓
<b>2. Descrição do sistema</b>	✓
2.1 Descrição dos componentes da Barragem	✓
2.2 História dos principais marcos do projeto	✓
2.3 Sumário das construções realizadas com a descrição de algum problema e da estabilização	✓
2.4 Sumário da operação realizada no passado	✓
2.5 Identificação do Engenheiro de Registro e do técnico qualificado da barragem de rejeitos	✓
2.6 Projeto detalhado com seções transversais representativas e atualizadas	✓
2.7 Inventário Fotográfico da barragem	✓
2.8 Revisão dos dados climáticos	✓
2.9 Revisão do balanço de água e reconciliação	✓
2.10 Registro da borda livre e da capacidade de estocagem	✓
2.11 Sistema de descarga de água, volumes e qualidade	✓
2.12 Drenagem de fundo e qualidade	✓
2.13 Controle da água superficial e erosão	✓
<b>3. Revisão da Instrumentação</b>	✓
3.1 Dados dos piezômetros e níveis freáticos	✓
3.2 Assentamento do maciço	✓
3.3 Movimento Lateral	✓
<b>4. Recomendações</b>	✓

As recomendações são esperadas serem específicas, mensuráveis, possíveis de realização e com agenda de realização. Elas deverão ser priorizadas pelo Engenheiro de registro e planilhadas. A tabela deverá conter as seguintes informações:

Estrutura	ID#	Não-	Regulação	Ação	Prioridade	Data/
-----------	-----	------	-----------	------	------------	-------



	Conformidade	Aplicável	Recomendada	Status
Barragem 01				
Barragem 02				

Observação: A planilha deve conter as recomendações não concluídas do relatório anterior,

A atribuição do grau de prioridade às recomendações deve seguir a orientação abaixo:

Prioridade	Descrição
1	Questão de segurança da barragem com alta probabilidade de ser considerada perigosa para a vida, saúde ou ambiente, ou uma significativa penalidade regulatória
2	Se não corrigida, pode resultar em questão de segurança de barragem que leva a acidente pessoal, impacto ambiental ou significativa penalidade regulatória, ou, uma deficiência recorrente que demonstra uma quebra sistemática de procedimento.
3	Eventos únicos de deficiências ou não conformidades que são esperados não resultar em questões de segurança
4	Questões associadas a melhoria das práticas gerenciais, cujos resultados são melhorias dos padrões industriais e/ ou reduzir o risco potencial.

#### 4.4 Manual de operação, manutenção, vigilância e monitoramento da Barragem- OMS

O Código exige que as minas desenvolvam e implementem procedimentos operacionais, procedimentos de manutenção e um programa de vigilância e monitoramento para operar e monitorar com segurança a condição e desempenho de TSFs, barragens, estruturas e instalações associadas, a fim de evitar ou detectar e resolver quaisquer alterações, deterioração ou condições perigosas. É necessário que os procedimentos operacionais e de manutenção e os programas de vigilância e monitoramento sejam formalmente documentados em um Manual de Manutenção e Vigilância (OMS). O OMS não é apenas um documento para o engenheiro de registro e gerente de minas. É também uma ferramenta importante para os operadores no terreno, que trabalham em qualquer aspecto operacional da instalação de rejeitos dentro do sistema de gerenciamento de rejeitos. Todos os trabalhadores envolvidos nas tarefas relacionadas com rejeitos devem ser treinadas no conteúdo e uso do manual do OMS.

O Ministro de Energia e Minas espera que os controles operacionais estejam de acordo com os



padrões de prática do setor 10,11 e que o Manual (OMS) descreva os requisitos específicos, frequências e procedimentos para o seguinte:

- Recursos - financeiros e de pessoal
- Vigilância e monitoramento (ver Seção 4.4.1)
- Objetivos quantitativos de desempenho e planos de resposta associados
- Manutenção de Rotina
- Manutenção dirigida por eventos
- Procedimentos Operacionais Padrão
- Planos de trabalho seguros
- Controle de Qualidade da Construção
- Procedimentos de relatório de incidentes
- Procedimentos de relatório de não conformidade
- O desenvolvimento e a implementação de controles operacionais eficazes são de responsabilidade do superintendente responsável pelos rejeitos.

Desenvolver e implementar o programa eficaz de vigilância e inspeção e o manual da OMS é responsabilidade da Gerencia da Mina, deve ser coordenado pelo Técnico Qualificado de Rejeitos com a revisão pelo Engenheiro de Registro.

O Código exige que o Manual do OMS seja revisado anualmente ou após uma mudança significativa

das condições ou das operações, e atualizado conforme necessário.

#### **4.4.1 Vigilância e Monitoramento (HSRC, 2016.10.1.12)**

O objetivo do programa de vigilância e monitoramento é fornecer uma confirmação positiva do desempenho adequado da instalação, incluindo a contenção, estabilidade e função operacional por observação, medição e registro de dados relativos a potenciais modos de falha.

O Ministro da Energia e Minas espera que o programa de vigilância e monitoramento, incluindo qualquer instrumentação, instalações e procedimentos seja desenvolvido e implementados em conformidade com o padrão de prática industrial e requisitos regulatórios locais, tudo documentado no Manual do OMS.

O programa de vigilância e monitoramento inclui o seguinte:



- Vigilância e monitoramento quantitativo dos objetivos de desempenho (QPOs)
- Detalhes de instrumentação e instalação (por exemplo, localização, tipo etc.)
- Frequências, horários e procedimentos de vigilância e monitoramento (por exemplo, diários, semanais e inspeções mensais ou leituras de instrumentos)
- Procedimentos de leitura de instrumentação
- QPOs relacionados a níveis de alerta
- Amostragem e teste de locais e procedimentos
- Amostragem e teste de parâmetros e limiares
- Eventos que acionam aumento ou alterações no monitoramento e na vigilância
- Procedimentos para coleta de dados, análise e elaboração de relatórios

*Os requisitos para instalação de instrumentação e para estabelecimento da frequência de inspeções e medições devem basear-se na classificação das consequências da instalação. Onde os requisitos não são definidos pelo regulamento ou condições da licença, o Engenheiro de Registro define os requisitos.*

O Ministro de Energia e Minas espera que os dados de vigilância e monitoramento sejam coletados, analisados e reportados em tempo hábil. A instrumentação será instalada durante a construção de forma a :

- Monitorar o desempenho da barragem, fundação e pilar ao longo do tempo e em relação às premissas do projeto.
- Fornecer informações de desempenho referentes a deslocamento, pressões de poros, assentamento, deformação, tensões e taxas de fluxo.
- Melhorar continuamente o sistema de monitoramento para atender ou superar continuamente o padrão da prática industrial.

A instrumentação representa um substancial investimento financeiro e de tempo e serve como um elo vital para compreender o desempenho e a segurança da barragem. Portanto, qualquer instrumentação deve ser justificada, servindo a um propósito específico, e sendo protegida ou substituída oportunamente a fim de manter continuidade e confiança no desempenho da instalação. Quaisquer instrumentos danificados devem ser reportados imediatamente para o Engenheiro de Registro, e se eles ainda são obrigados a manter uma cobertura de monitoramento devem ser substituídos imediatamente.



#### **4.5 Registro da instalação de rejeitos e barramento ( HSRC,2016.10.4.3)**

O registro deve conter todos os rejeitos e estruturas de retenção de água no local, independentemente de não serem classificadas como barragens e independentemente de estarem operando atualmente ou serem estruturas inativas. No mínimo, o inventário do site deve conter as seguintes informações importantes

. As informações coletadas podem incluir:

- Localização, função e geometria da estrutura
- Classificações de consequência (CDA e local)
- Informações de contato do site e do Engenheiro do Registro
- Status da documentação de suporte (permissões, manual do OMS, etc.)
- Inspeção e frequência de revisão
- Inclinação e Fator de Segurança para as barragens

#### **4.6 Revisões periódicas de segurança (HSRC, 2016. 10.5.4)**

Uma ferramenta valiosa e importante para garantir a segurança contínua das estruturas projetadas é uma revisão detalhada do projeto, operação e desempenho dessas estruturas por um experiente e independente profissional de engenharia . O código exige agora que todas as instalações de armazenamento de água e armazenamento de rejeitos passem por uma Revisão de Segurança no mínimo a cada 5 anos, independentemente da classificação de consequências.

Para instalações que incluem uma barragem, estas revisões periódicas de segurança são chamadas de revisões de segurança de barragens, mas as instalações de armazenamento de rejeitos que não contêm água também estão sujeitas a revisões periódicas de segurança.

O processo e os objetivos de uma Revisão de Segurança de Barragens, ou DSR, estão bem definidos nas diretrizes da Associação Canadense de Barragens (Dam Safety Guidelines, 2013) e na Associação de profissionais de Engenharia e Geocientistas da Columbia Britânica - APEGBC (Legislated Dam Safety Reviews no BC. V2.0. Março de 2014).

O objetivo do DSR é revisar e avaliar o desempenho e operação da instalação em relação ao padrão de segurança da barragem. O DSR será realizado por um firma de consultoria terceirizada independente não anteriormente envolvida como Engenheiro de Registro (EoR) para a instalação. Embora a CDA recomende uma frequência para conduzir a DSR com base na



classificação consequência o Código exige que um DSR seja conduzido no mínimo a cada 5 anos.

Revisões periódicas de segurança para instalações de armazenamento de rejeitos que não contêm água, como empilhamento a seco, podem não ter o mesmo tipo de infra-estrutura associada como barragem, mas o processo geral estabelecido na citada orientação da CDA e APEGBC deve ser adaptado para atingir os mesmos objetivos.

#### **4.7 Relatório da Construção (HSRC, 2016. 10.5.1 (3))**

O Relatório “As-Built” é o documento pelo qual o Engenheiro de Registro confirma que a instalação satisfaz a intenção do projeto e certifica a instalação como adequada para operação. Também compila documentação valiosa da metodologia de construção, controle de qualidade e resultados de garantia de qualidade, e faz o levantamento de detalhes da estrutura final.

O Ministério de Energia e Minas espera que, no mínimo, os relatórios do “As Built” incluam:

- Declaração de que as estruturas foram construídas de acordo com o design, cumprem a intenção do projeto, e são adequados para uso;
- Método Construtivo;
- Resumo de todos os testes de QA/QC, incluindo, mas não limitados a: análise de tamanho de grão, teste de proctor, teste de densidade situ, teste de plasticidade, teste de resistência e teste de materiais geossintéticos;
- Comentários sobre a adequação da frequência de testes e resultados;
- Planos de pesquisa;
- Seções transversais representativas;
- Fotografias representativas;
- Localização, tipos e profundidades de instrumentação (compare com o que foi recomendado no Projeto)
- Observações de construção;
- Desvios do projeto e impacto desses desvios;
- Não-conformidades, se necessário;
- Trabalhos pendentes, se necessário, com datas de conclusão desejadas;



- Data de início e data final da construção;
- Clima durante a construção, incluindo períodos de parada devido ao clima;
- Datas de revisão de campo por engenheiro (ou por uma pessoa que reporta ao engenheiro);

O relatório deve ser assinado e lacrado pelo Engenheiro de Registro.

#### 4.8.1 Documentos (HSRC, 2016. 10.4.2 (1)) (f)

A pessoa qualificada pela TSF será responsável por manter a documentação e os registros de rejeitos e garantir que eles sejam integrados em um sistema de controle de documentos do site.

Principais documentos e registros a serem retidos estão resumidos na Tabela 4.8.1-1.

Tabela 4.8.1-1: Retenção de Registros para Rejeitos e Instalações Aquáticas

<b>Registros</b>	<b>Retenção</b>
Documentos do projeto	Permanente
Inventário da estrutura	Permanente
Licenças e permissões	Permanente
Relatórios submetidos e respostas	Permanente
Plano de gestão de água e rejeitos	10 + years
Plano de fechamento	10 + years
QA/QC da Construção e relatório "As built"	Permanente
Manual OMS	Revisado e Atualizado
Registros de Treinamento	5 years
Dados de instrumentação e monitoramento	10 years
Relatórios de Incidentes e Inspeções	10 years
Comunicações com a comunidade de interesse	10 yeras
Relatórios Mensais	10 years
Relatórios Anuais	10 years
Inspeções e Revisões – DSI, DSR	10 years
Auditotias e revisões independentes	10 years



## ANEXO 2

### DIRETRIZES DA ASSOCIAÇÃO CANADENSE DE BARRAGENS, EDIÇÃO 2017

#### 1 PRINCÍPIOS

##### 1.1 Gerenciamento da Segurança de Barragem

###### Princípio 1A

As pessoas e o ambiente deverão ser protegidos dos efeitos de uma ruptura de Barragem, assim como de qualquer derrame de parte do líquido ou todo que estiver atrás da estrutura da barragem, de tal modo que os riscos sejam mantidos tão baixos quanto razoavelmente praticáveis.

###### Princípio 1B

O padrão de cuidado a ser exercido no gerenciamento de segurança da barragem deverá ser equiparado às consequências da ruptura da barragem.

###### Princípio 1C

Auditorias do tipo “Due Diligence” devem ser realizadas durante todo ciclo de vida da barragem.

###### Princípio 1D

Um sistema de gerenciamento de segurança de barragem, incorporando legislação e regulamentos, responsabilidades, planos e procedimentos, documentação, treinamento, revisão e correção de deficiências e não conformidades, deverá ser implementado.

##### 1.2 Operação, Manutenção e Vigilância

###### Princípio 2A

Os requisitos para a operação segura, manutenção e vigilância da barragem deverão ser desenvolvidos e documentados com suficiente informação de acordo com os impactos da operação e as consequências da ruptura da barragem.

###### Princípio 2B

Procedimentos operacionais devem ser documentados e os equipamentos de controle de vazão devem ser acompanhados em condições normais, anormais e de emergência.

###### Princípio 2C

Procedimentos de manutenção documentados devem ser seguidos para que a barragem se



encontre em condição operacional de segurança.

#### Princípio 2D

Procedimentos documentados de vigilância devem ser seguidos para permitir a Identificação antecipada e permitir a oportuna mitigação das condições que podem afetar a segurança da barragem.

#### Princípio 2E

Equipamentos de controle de fluxo devem ser testados e capazes de operar conforme requerido.

### **1.3 Preparação para Emergência**

#### Princípio 3A

Um efetivo processo de gerenciamento de emergência deve ser implementado para a Barragem.

#### Princípio 3B

O processo de gerenciamento da emergência deverá incluir procedimentos de resposta a emergência a orientar o operador da barragem e a supervisão do site no processo de resposta a emergência da barragem.

#### Princípio 3C

O processo de gerenciamento da emergência deverá assegurar que os procedimentos de preparação para a emergência estão prontos para uso por agentes externos com responsabilidade pública dentro do plano de inundação.

#### Princípio 3D

O processo de gerenciamento da emergência deverá assegurar que adequado treinamento da supervisão, simulados e atualização do planejamento sejam realizados.

### **1.4 Revisão da Segurança da Barragem**

#### Princípio 4A

Uma revisão da segurança da barragem (DSR) deve ser realizada periodicamente.

#### Princípio 4B

Um engenheiro qualificado com registro profissional deverá ser responsável técnico pelo conteúdo, observações e achados, e recomendações da revisão de segurança da barragem e respectivo relatório.

### **1.5 Análise e Avaliação**

#### Princípio 5A



O sistema da barragem e componentes deve ser bem especificado e definido.

Princípio 5B

Os perigos internos e externos à barragem devem estar definidos.

Princípio 5C

Modos de rutura, sequencias e combinações devem ser definidas para a barragem.

Princípio 5D

A barragem deve reter com segurança o reservatório e qualquer sólido retido, e deverá permitir a passagem de fluxos para todas condições de carga aplicáveis.