



**CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA**

**NADINE SANT'ANNA BENETON**

**AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DA DD 279/2015 NO  
CASO DA BARRAGEM DE FUNDÃO**

**Taubaté**

**2019**

**Sistema Integrado de Bibliotecas SIBi/UNITAU**  
**Biblioteca Setorial de Gestão e Negócios/Civil**

B465a Beneton, Nadine Sant'Anna  
Avaliação da aplicação da DD 279/2015 no caso da barragem de  
fundão / Nadine Sant'Anna Beneton. - 2019.  
57f.:il.

Monografia (graduação) - Universidade de Taubaté, Departamento de  
Engenharia Civil, 2019.  
Orientação: Prof. Me. Álvaro Andrade de Rezende, Departamento de  
Engenharia Civil.

1. Barragens. 2. Acidente. 3. Legislação. I. Título.

CDD 624.183 42

# **AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DA DD 279/2015 NO CASO DA BARRAGEM DE FUNDÃO**

Trabalho Final de Graduação apresentada para a obtenção do Título de Engenheira Ambiental e Sanitarista pelo Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Departamento Engenharia Civil da Universidade de Taubaté.

Orientador: Prof. Me. Álvaro Andrade de Rezende

**Taubaté**

**2019**

# **AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DA DD 279/2015 NO CASO DA BARRAGEM DE FUNDÃO**

Trabalho Final de Graduação apresentada para a obtenção do Título de Engenheira Ambiental e Sanitarista pelo Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Departamento Engenharia Civil da Universidade de Taubaté.

Data: \_\_\_\_\_

Resultado: \_\_\_\_\_

## **BANCA EXAMINADORA**

Prof. \_\_\_\_\_

Assinatura \_\_\_\_\_

Prof. \_\_\_\_\_

Assinatura \_\_\_\_\_

Prof. \_\_\_\_\_

Assinatura \_\_\_\_\_

## **AGRADECIMENTOS**

Após 5 (cinco) anos de muito esforço e dedicação, o tão esperado título de engenheira está por vir, mas não posso concluir esse ciclo sem antes agradecer as pessoas que estiveram presentes comigo e fizeram com que esses cinco anos fossem os melhores possíveis.

Agradeço primeiramente aos meus pais, Alberto e Jacqueline, pelo amor incondicional, por toda força e carinho que sempre me deram e por serem sim os melhores pais do mundo, que nunca mediram esforços para me fazer feliz e ao meu irmão Nicolás por ser o meu eterno companheiro de vida.

Aos meus avós Antônio (in memory) e Thereza (in memory) por todo carinho e amor durante todos os anos que estiveram presentes e por terem sido essências na minha formação como pessoa, dedico esse trabalho a eles.

Ao meu namorado Matheus por ter me escolhido como sua mulher e por todo amor que nunca me deixou faltar, por me fazer todos os dias a mulher mais feliz do mundo e sempre me acordar com um lindo sorriso no rosto que só me faz agradecer a Deus por ter ele ao meu lado.

As minhas amigas e companheiras de sala, Marielle, Sofia, Laura, Juliana e Tamiris, pela amizade que cultivamos e por terem feito esses cinco anos mais leves e engraçados. E aos amigos que a engenheira me deu, em especial ao meu quinteto Leticia, Isabela, Mariane e Tatiana, por todo carinho, amizade e por todas as histórias que vivemos nesses anos.

Agradeço ao meu orientador Álvaro, por ter me ajudado a concluir esse trabalho com toda paciência e dedicação e a todos os meus professores que me passaram sabedoria e contribuíram para minha formação.

A minha equipe VPeco pela oportunidade que me deram de estagiar em uma empresa comprometida com o trabalho e com o meio ambiente e por todos os ensinamentos que contribuíram para minha formação, em especial a minha chefe Maria Carolina por toda a paciência que teve comigo e conhecimentos que me passou.

E agradeço a Deus, por ser tão maravilhoso comigo sempre e ter me abençoado nessa minha caminhada.

Não foi fácil chegar até aqui, mas com a ajuda de todos citados acima essa jornada se tornou mais leve e prazerosa.

*Se cheguei até aqui foi  
porque me apoiei no ombro dos  
gigantes.*

***(Isaac Newton)***

## RESUMO

A tragédia em Mariana – MG causou um grande impacto na vida da população que vivia próxima a Barragem de Fundão e no meio ambiente por onde a lama de rejeitos passou e conseguiu atingir. Alguns dias após o acidente a CETESB publica para o estado de São Paulo a DD 279/2015 e nesse trabalho iremos fazer uma verificação se a barragem se enquadrava nos parâmetros exigidos pela CETESB. O tema abordado apresenta também outros tópicos que englobam a história da mineração no Brasil, os acidentes ocorridos com barragens e a legislação para o licenciamento e fiscalização no ramo da mineração. Por fim, será feita uma avaliação sobre os documentos e relatórios apresentados pela empresa Samarco após o acidente.

**Palavras-chaves:** barragens, acidente, legislação.



## ABSTRACT

The tragedy in Mariana - MG had a major impact on the lives of people living near Fundão Dam and the environment where the tailings mud passed and managed to reach. A few days after the accident CETESB publishes to the state of São Paulo the DD 279/2015 and in this work we will make a verification if the dam fit the parameters required by CETESB. The topic covered also presents other topics that include the history of mining in Brazil, accidents with dams and legislation for licensing and inspection in the mining industry. Finally, an assessment will be made of the documents and reports submitted by Samarco after the accident.

**Keywords:** dams, accident, legislation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação de método alteamento .....	18
Figura 2 - Tipo de construção das barragens de mineração no Brasil (em unidades).....	19
Figura 3 - Informações sobre autorização das barragens .....	24
Figura 4 - Foto aérea mostrando a região da Zona da Mata após o rompimento da barragem de Cataguases.....	26
Figura 5 - Foto aérea mostrando que o rio Muriaé inundou ruas da cidade por onde passou com a lama .....	27
Figura 6 - Foto aérea mostrando a lama após o rompimento da barragem de Herculano que sotou trabalhadores e veículos.....	28
Figura 7 - Foto aérea mostrando a lama do rompimento da barragem em Brumadinho-MG .....	29
Figura 8 - Vista aérea do distrito de Bento Gonçalves após o acidente .....	30
Figura 9 - Vista aérea do distrito de Bento Gonçalves após o acidente .....	31
Figura 10 - Vista aérea do distrito de Bento Gonçalves após o acidente .....	31
Figura 11 - Vista aérea do Rio Doce inundado pela lama após o acidente.....	32
Figura 12 - Vista aérea mostrando o antes e o depois da barragem.....	34

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Acidentes com barragens de rejeitos no Brasil .....	25
Quadro 2 - Classificação de categoria de risco e dano potencial associado....	37
Quadro 3 - Classificação por dano potencial associado.....	43
Quadro 4 - Classificação quanto ao dano potencial associado .....	44
Quadro 5 - Classificação por categoria de risco.....	45
Quadro 6 - Classificação da categoria de risco no quesito características técnicas.....	46
Quadro 7 - Classificação da categoria de risco no quesito estado de conservação.....	46
Quadro 8 - Classificação da categoria de risco no quesito plano de segurança de barragens .....	47
Quadro 9 - Documentação exigida pela Cetesb.....	49

## LISTA DE ABREVIATURAS

- ABNT** – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ANA** – Agência Nacional de Águas
- ANM** – Agência Nacional de Mineração
- CETEM** – Centro de Tecnologia Mineral
- CETESB** – Companhia Ambiental do Estado São Paulo
- CNRH** – Conselho Nacional de Recursos Hídricos
- CONAMA** – Conselho Nacional do Meio Ambiente
- DD** – Decisão de Diretoria
- DNPM** – Departamento Nacional de Produção Mineral
- DPA** – Dano Potencial Associado
- EBC** – Empresa Brasil de Comunicação
- EIA/RIMA** – Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental
- FEAM** – Fundação Estadual do Meio Ambiente
- IBAMA** - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
- ICOLD** – Comissão Internacional de Grandes Barragens
- IGAM** – Instituto Mineiro de Gestão das Águas
- LO** – Licença de Operação
- MP** – Ministério Público
- PAEBM** – Plano de Ação de Emergência de Barragem de Mineração
- PNSB** – Política Nacional de Segurança de Barragens
- PSB** – Plano de Segurança de Barragens
- RPSB** – Revisão Periódica de Segurança de Barragens

**SEMAD** - Secretaria de Estado de Meio-Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

**SISNAMA** – Sistema Nacional de Meio Ambiente

**SNISB** – Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens

## SÚMARIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1 Histórico das Barragens de Mineração no Brasil .....</b>	<b>16</b>
<b>2.2 Legislação Brasileira.....</b>	<b>20</b>
<b>2.3 Acidentes com Barragens no Brasil .....</b>	<b>23</b>
<b>2.4 O Acidente em Mariana – MG .....</b>	<b>30</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>35</b>
<b>3.1 A Decisão De Diretoria 279/2015.....</b>	<b>37</b>
<b>3.1.1 Plano de Segurança de Barragem.....</b>	<b>37</b>
<b>3.1.2 Inspeções Regulares e Especiais .....</b>	<b>40</b>
<b>3.1.3 Barragens Implantadas .....</b>	<b>41</b>
<b>3.1.4 Apresentação de Documentos e Atualização do SNISB .</b>	<b>42</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>43</b>
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>50</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>51</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como finalidade apresentar uma discussão sobre o enquadramento da barragem de fundão na Decisão de Diretoria 279/2015 publicada pela CETESB para o estado de São Paulo, que dispõe sobre procedimentos relativos à segurança de barragens de resíduos industriais e entrou em vigor no dia 18 de novembro de 2015, apenas treze dias após o acidente em Mariana – MG originado pelo rompimento da barragem de Fundão da Mineradora Samarco.

A discussão tem por finalidade verificar se caso a Decisão de Diretoria fosse publicada anteriormente a tragédia em Mariana - MG, a barragem estaria dentro dos padrões aceitáveis de segurança para o estado de São Paulo.

Vão ser analisadas quais partes da Decisão, se realmente fossem seguidos, poderiam evitar outros acidentes, quais os pontos são falhos e se há fiscalização adequada para cada categoria de risco e se os períodos de visita estão sendo respeitados.

Também irá falar sobre a tragédia em Mariana-MG como ocorreu o acidente e os impactos causados no meio ambiente e na população ao redor, comentará sobre a história da mineração no Brasil, focando no histórico da sua legislação até os dias atuais e contará um pouco sobre outros acidentes que ocorreram no Brasil envolvendo barragens de rejeitos de mineração.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Histórico das Barragens de Mineração no Brasil**

A história da mineração no Brasil segundo Serra (2018) vem desde a época da monarquia com a exploração do ouro principalmente nas cidades de Ouro Preto e Mariana e a presença de jazidas de minério de ferro também é conhecida desde a colônia, em Minas Gerais o metal era utilizado em forjas e fundições.

Com a evolução da mineração, foi aumentando a produção e conseqüentemente o número de rejeitos, sendo assim começaram a ser construídas barragens para armazenar e reter os rejeitos provenientes do processo de mineração.

Em decorrência desse crescimento, segundo a CETEM (Centro de Tecnologia Mineral), o número de acidentes com as barragens começou a aumentar e isso começou a despertar a atenção da comunidade técnica – científica e das autoridades governamentais para a questão de segurança dessas obras.

De acordo com ANM (Agencia Nacional de Mineração), os acidentes com as barragens de mineração muitas vezes geram problemas não só ambientais mais socioeconômicos também, sem contar às vidas que muitas vezes são perdidas nesses acidentes, com isso a fiscalização e a regulamentação dessas barragens são sempre necessárias.

Com isso, começaram a ser publicados leis e decretos no Brasil, voltados para a Segurança de Barragem, colocando em ordem cronológica temos a seguinte disposição, segundo a ANM:

-1968: ABNT/CB-001 cria o COMITÊ BRASILEIRO DE MINERAÇÃO E METALURGIA (extinto). Âmbito de atuação: Normalização no campo da mineração; metalurgia do chumbo, níquel e zinco; metalurgia do pó; e fundição de aço e ferro, no que concerne a terminologia, requisitos, métodos de ensaio e generalidades;



- 2003: Projeto de Lei 1.181/2003 que depois veio a ser transformada na lei 12.334/2010; estabelecia diretrizes para verificação da segurança de barragens de cursos de água para quaisquer fins e para aterros de contenção de resíduos líquidos industriais;

- 2006: Em 2006 a ABNT publicou a norma ABNT NBR 13028:2006, elaborada pela Comissão de Estudo Especial de Elaboração de Projetos para Disposição de Rejeitos e Estéreis em Mineração, que mais tarde foi revisada e deu lugar a norma ABNT NBR 13028:2017 - Mineração - Elaboração e apresentação de projeto de barragens para disposição de rejeitos, contenção de sedimentos e reserva de água;

- 2009: ABNT NBR ISO 31000:2009 esta norma fornece princípios e diretrizes genéricas para a gestão de riscos;

- 2010: publicada a Lei nº 12.334/2010, que estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), servindo como um marco importante na gestão da segurança de barragens no país;

- 2012: CNRH 143 e 144, que estabeleceu critérios gerais de classificação de barragens por categoria, dano potencial associado e volume do reservatório e estabeleceu diretrizes para a implantação da Política Nacional de Segurança de Barragens;

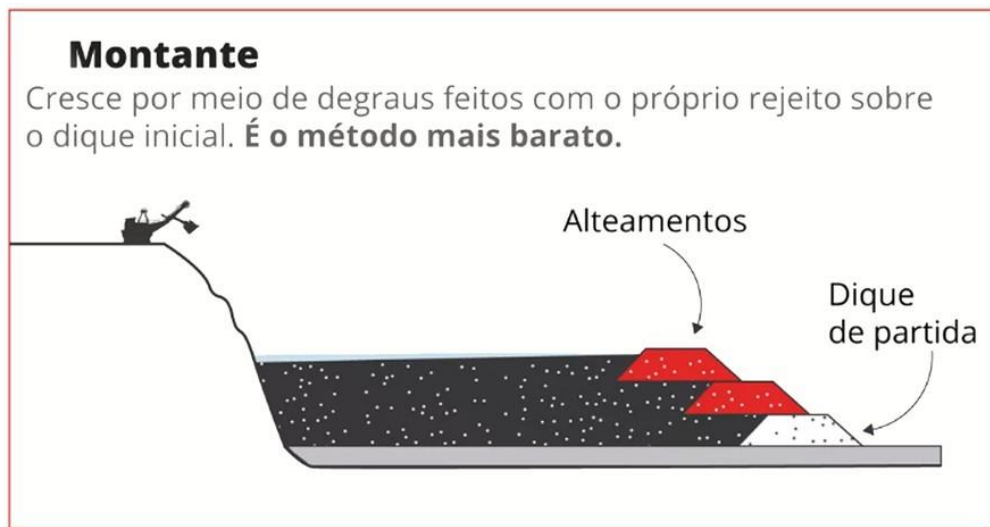
- 2015: publicada a Decisão de Diretoria 279/2015 pela CETESB, que estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens segundo a CETESB para o estado de São Paulo. (CETESB, 2015)

Segundo a ANM, o Brasil possui cerca de 700 (setecentos) barragens de disposição de rejeitos de mineração, sendo que 88 (oitenta e oito) foram construídas com método alteamento a montante ou desconhecido e dessas, 43 (quarenta e três) possuem uma classificação de alto dano potencial associado.

O método de alteamento a montante é o mesmo método de construção das barragens de Fundão e Brumadinho que resultaram em acidentes e é considerado por especialistas o método mais crítico. As

barragens construídas com o método alteamento a jusante são consideradas mais seguras, juntamente com os métodos linha de centro e etapa única. (ARAÚJO, 2006)

**Figura 1.** Representação de método alteamento a montante.



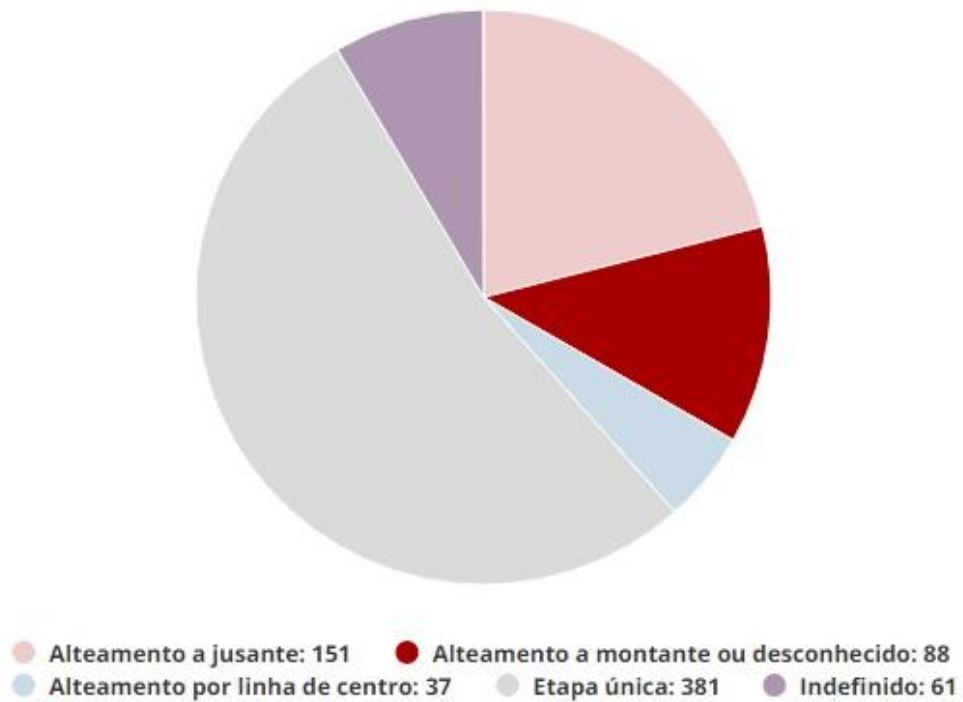
Fonte: Foto por Karina Almeida e Alexandre Mauro/G1.

No método Alteamento a Montante a barragem vai sendo construída e elevada em formas de degraus conforme o número de rejeitos aumenta.

*“Embora seja o mais utilizado pela maioria das mineradoras, o método de montante apresenta um baixo controle construtivo, tornando-se crítico principalmente em relação à segurança. O agravante neste caso está ligado ao fato de os alteamentos serem realizados sobre materiais previamente depositados e não consolidados. Assim, sob condição saturada e estado de compactação fofo, estes rejeitos (granulares) tendem a apresentar baixa resistência ao cisalhamento e susceptibilidade à liquefação por carregamentos dinâmicos e estáticos. Neste método construtivo ainda existe uma dificuldade na implantação de um sistema interno de drenagem eficiente para controlar o nível d’água dentro da barragem, constituindo um problema adicional com reflexos na estabilidade da estrutura.” (ARAÚJO, 2006).*

Abaixo, na figura 2 (dois), segue a imagem de um gráfico mostrando a porcentagem dos tipos de construção das barragens no Brasil, de acordo com a ANM.

**Figura 2.** Tipo de construção das barragens de mineração no Brasil (em unidades).



Fonte: Agência Nacional de Mineração, 2019.

Após os acidentes com as barragens em Mariana e Brumadinho a ANM começou a exigir uma inspeção diária nas 88 (oitenta e oito) barragens construídas com o método alateamento a montante no país, as empresas responsáveis por essas barragens devem emitir um relatório diário e lançá-lo no sistema integrado de segurança de barragem.

## 2.2 Legislação Brasileira

Primeiramente foi criado em 1968 pela ABNT o extinto COMITÊ BRASILEIRO DE MINERAÇÃO E METALURGIA que atuava na área da normalização no campo da mineração, entre outros.

Algumas décadas depois veio a Resolução CONAMA 237/1997 que começa a dispor sobre a necessidade de rever os critérios e procedimentos referentes ao licenciamento ambiental, tendo como objetivo usar o sistema de licenciamento como uma gestão ambiental.

Ela dispõe também sobre a necessidade da integração dos órgãos competentes do Sistema Nacional de Meio Ambiente – SISNAMA na execução da Política Nacional do Meio Ambiente.

Essa Resolução lista no seu ANEXO I que atividades como extração e tratamento de minerais precisam de Licença Ambiental, pois são atividades que podem causar significativo impacto ou degradação no meio ambiente, para a obtenção da licença também se faz necessário a elaboração de um EIA/RIMA (Estudo de Impacto Ambiental/ Relatório de Impacto Ambiental).

Nos anos de 2006 e 2009 a ABNT publicou respectivamente as normas ABNT NBR 13028:2006 que após revisa se tornou ABNT NBR 13028:2017 e a ABNT NBR ISO 31000:2009. Segundo a ABNT, a norma 13028 especifica os requisitos mínimos para a elaboração e apresentação de projeto de barragens de mineração, incluindo as barragens para disposição de rejeitos de beneficiamento, contenção de sedimentos gerados por erosão e reserva de água em mineração, visando atender às condições de segurança, operacionalidade, economicidade e desativação, minimizando os impactos ao meio ambiente. Já a norma 31000 está ligada a gestão de riscos de qualquer empresa ou indústria (ABNT, 2009).

Com a publicação da Lei 12.334 de 2010 foi estabelecida a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e a criação do Sistema

Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB) para barragens de acumulação de rejeitos, água ou resíduos industriais.

A Lei estabelece também a classificação da Barragem nas categorias de dano potencial alto, médio ou baixo e risco de rompimento. A fiscalização caberá as entidades que fornecerem a outorga, o uso do potencial hídrico (quando se tratar de geração elétrica), os direitos minerais e as licenças ambientais de implantação e operação para fins de disposição de resíduos industriais.

No ano de 2012 a CNRH (Conselho Nacional de Recursos Hídricos) publicou a Resolução N° 143 que atendeu ao art. 7° da Lei 12.334/10, estabelecendo critérios gerais de classificação de barragens por categoria de risco, dano potencial associado e pelo seu volume.

Em 2015, a CETESB fez a publicação da Decisão de Diretoria, objeto de estudo do presente trabalho a DD 279/2015 dispondo procedimentos relativos à segurança de barragens de resíduos industriais.

O DNPM cria em 2016 a PORTARIA N° 14, em 15 de JANEIRO de 2016 que estabeleceu prazo para apresentação de comprovante de entrega das cópias físicas do Plano de Ação de Emergência de Barragem de Mineração (PAEBM) para as Prefeituras e Defesas Civis municipais e estaduais.

Em 2017 a ANM estabeleceu PORTARIA N° 70.389, 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. 8°, 9°, 10, 11 e 12 da Lei n° 12.334 de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens - PNSB. (ANM, 2017)

E por fim em 2019 a ANM cria a Resolução Nº 13, em 8 de agosto de 2019 estabelecendo medidas regulatórias objetivando assegurar a estabilidade de barragens de mineração, notadamente aquelas construídas ou alteadas pelo método denominado "a montante" ou por método declarado como desconhecido.

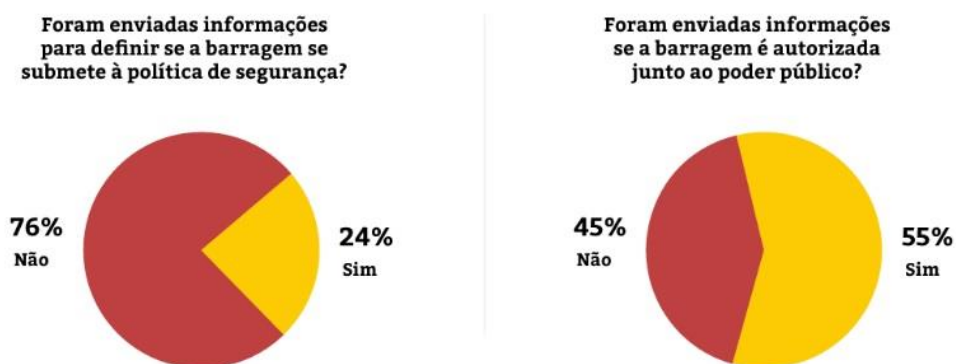
## **2.3 Acidentes com Barragens no Brasil**

Segundo BROWN (2012), acidentes com barragens são considerados incidentes no decorrer da história da humanidade. Eles ocorrem devido a dois motivos, ou por algum advento de um fenômeno natural que pode acabar abalando a estrutura da barragem o que é conhecido como desastre misto, ou por falha humana, normalmente ocorre pelo mau planejamento da estrutura da barragem, erro nos cálculos, falta de fiscalização, entre outros, denominado como desastre tecnológico.

Segundo a ICOLD (Comissão Internacional de Grandes Barragens) as principais causas de acidentes com barragens de rejeitos são: a instabilidade da encosta, cobertura e terremoto.

Segundo a Agência Nacional de Mineração – ANM (2019), a falta de fiscalização nas barragens se dá por causa da sobrecarga de trabalho, a agência é responsável por 790 (setecentos e noventa) reservatórios e possui uma equipe de vistoria com um número de técnicos bem abaixo do que o recomendado, sendo assim se torna difícil vistoriar todas as barragens necessárias. Outro dado que pode se considerar preocupante também é o número de barragens que não possuem autorização para funcionar. Como podemos observar na figura 3 (três) abaixo, o número de barragens que enviaram informações para definir se a barragem se submete a política de segurança é menor que o número de barragens que enviaram informações sobre a barragem ter sido autorizada pelo poder público.

**Figura 3.** Informações sobre autorização das barragens.



Fonte: Relatório de Segurança de Barragens 2017, Agência Nacional das Águas.

No Brasil os acidentes com barragens é algo mais recente em comparação com outros países, mas não deixa de ser uma questão de extrema importância, pois esses acidentes acabam impactando a vida humana e o meio ambiente. E também é considerado alarmante, nos últimos 15 (quinze) anos foram registrados 7 (sete) acidentes com barragens de rejeitos de minério e industriais.

Podemos citar esses acidentes no Brasil de uma forma cronológica, como está demonstrado na tabela 1 a seguir:

**Quadro 1.** Acidentes com barragens de rejeitos no Brasil.

Nome	Local	Ano	Danos Causados
Barragem de Fernandinho	Itabirito	1986	Sete mortes
Barragem de Macacos	Nova Lima	2001	Cinco mortes
Barragem de Cataguases	Cataguases	2003	Interrupção do abastecimento de água de mais de 600.000 pessoas por conta da contaminação do Rio Paraíba do Sul



Barragem do Rio Pomba	Miraí	2007	Desalojamento de mais de 4000 pessoas
Barragem de Herculano	Itabirito	2014	Três Mortos
Barragem de Fundão	Mariana	2015	Dezenove mortos, mais de 600 desabrigados, interrupção do abastecimento de água de milhares de pessoas e poluição do rio São Francisco e do mar no Espírito Santo.
Barragem da Mina do Córrego do Feijão	Brumadinho	2019	Mais de 200 mortes, aproximadamente 130 desabrigados, é considerado o maior acidente de trabalho da história do país.

Fonte: Autor, 2019.

A Barragem de Fernandinho tinha uma altura de aproximadamente 40m e falhou repentinamente, a falha foi atribuída à encosta íngreme a jusante de 1 em 1,11 combinada com altas pressões dentro da barragem. (ICOLD, 2001).

O Acidente em Nova Lima segundo o SEMAD ocorreu após obras de alteamento, elevando o nível da barragem, houve excesso de água pelo descuido com a drenagem, com isso a estrutura liquefez, ocorrendo o rompimento.

No caso de Cataguases as causas do acidente foram devido a um processo erosivo na obra recorrente de problemas como a falta de manutenção, de fiscalização e o excessivo prolongamento da vida útil da barragem, os resíduos atingiram os rios Pomba e Paraíba do Sul, originando prejuízos ao ecossistema e à população ribeirinha, que teve o

abastecimento de água interrompido. O incidente também afetou áreas do Estado do Rio de Janeiro. O IBAMA aplicou multa de R\$ 50 milhões à Florestal Cataguases e Indústria Cataguases de papel (EBC, 2015).

**Figura 4.** Foto aérea mostrando a região da Zona da Mata após o rompimento da barragem de Cataguases.



Fonte: Jornal O Tempo.

No ano de 2007 houve rompimento de barragem de mineração na região de Mirai (MG), com vazamento de 2.280.000 m<sup>3</sup> de água e argila (lavagem de bauxita). O órgão estadual aplicou multa de R\$ 75 milhões à empresa Mineração Rio Pomba Cataguases (EBC, 2015).

**Figura 5.** Foto aérea mostrando que o rio Muriaé inundou ruas da cidade por onde passou com a lama.



Fonte: Foto por Cláudio Cordeiro/arquivo pessoal – G1.

Em 2014, novamente em Itabirito a Barragem de Herculano se rompeu devido ao fenômeno “Inversão de Relevo”, juntamente com o rompimento da Barragem B1 foi comprometido o talude da Barragem B2 e os rejeitos resultantes das duas barragens causaram o assoreamento da Barragem B3 (FEAM, 2018).

**Figura 6.** Foto aérea mostrando a lama após o rompimento da barragem de Herculano que soterra trabalhadores e veículos.



Fonte: Foto por Corpo de Bombeiros/Divulgação.

O acidente com a Barragem de Fundão ocorreu em 05 de novembro de 2015, no distrito de Bento Rodrigues na cidade de Mariana-MG, o acidente deixou 19 mortos e atingiu mais de 600 km de cursos d'água.

Considerado o maior acidente de trabalho da história do Brasil, o rompimento da Barragem em Brumadinho despejou aproximadamente 12 milhões de metros cúbicos de rejeito e causou mais de 200 mortes, mas sua causa ainda é desconhecida.

**Figura 7.** Foto aérea mostrando a lama do rompimento da barragem em Brumadinho



Fonte: foto por Corpo de Bombeiros/Divulgação.

Todos esses acidentes ocorreram no estado de Minas Geras e segundo MOLION (2015)

*“O estado está sujeito a esses acidentes, pois a região possui muitas cavernas; então, na medida em que vai se depositando água, ela cria pressão e o terreno vai acomodando, o que produz pequenos abalos sísmicos, inferiores a 2 na escala Richter. Isso vai mexendo na estrutura. E nessa época do ano, aquela região recebe maior intensidade de chuva. Essa combinação de fatores causa um desastre. (MOLION, 2015) ”.*

## 2.4 O Acidente em Mariana – MG

No dia 05 de novembro de 2015, a barragem de rejeitos de Fundão pertencente à mineradora Samarco, empresa controlada pela BHP Billiton e pela Vale S.A., na cidade de Mariana-MG se rompeu causando uma enxurrada de lama e destruindo parte do distrito de Bento Rodrigues. (SAMARCO, 2016)

**Figura 8.** Vista aérea do distrito de Bento Gonçalves após o acidente.



Fonte: Foto por Felipe Dana/G1.

O acidente despejou aproximadamente 35 (trinta e cinco) milhões de metros cúbicos de rejeitos de minério e causou 19 (dezenove) mortes, mais de 80% das edificações do distrito de Bento Rodrigues foram soterradas deixando centenas de pessoas desabrigadas. A lama após atingir Bento Rodrigues seguiu seu trajeto sentido ao outro distrito de Mariana, Paracatu de Baixo que felizmente não chegou a registrar nenhuma morte devido à ação rápida e eficaz do Corpo de Bombeiros. (SERRA, 2018)

**Figura 9.** Vista aérea do distrito de Bento Gonçalves após o acidente.



Fonte: foto por Christophe Simon/G1.

A lama de resíduos causou impactos em todos os meios, tanto no físico quanto no biótico. O rompimento da barragem destruiu grande parte da vegetação por onde passou, comprometeu mais de mil hectares, principalmente áreas de matas ciliares, vegetação herbácea e acabou soterrando serapilheiras e os seus bancos de sementes, isso afetou diretamente na capacidade de resiliência do solo atingido. (Universidade Federal de Minas Gerais, 2015).

**Figura 10.** Vista aérea do distrito de Bento Gonçalves após o acidente.



Fonte: foto por Ricardo Moraes/G1.

SERRA (2018) destaca que, a perda da fauna atingida foi colossal, a região era local de abrigo de diversos animais como veado, onça,

tamanduá, raposa, anta entre vários outros, sem contar o número de répteis, anfíbios, insetos e aves atingidos.

A lama atravessou o distrito de Bento Rodrigues, atingiu 673 (Seiscentos e setenta e três) quilômetros de rios e córregos e acabou chegando ao rio Doce, o material foi transportado pelo rio atingindo várias cidades até chegar ao estado do Espírito Santo, um total 663,2 km de corpos d'água foram contaminados pelo rejeito. O ecossistema de toda a região atingida foi modificado e muitas espécies deixaram de existir nestes locais.

Segundo o IBAMA (2016), o nível do impacto foi tão grande e profundo que é impossível estimar um prazo para o retorno da fauna local e o equilíbrio das espécies na bacia do rio Doce.

**Figura 11.** Vista aérea do Rio Doce inundado pela lama após o acidente.



Fonte: foto por Ricardo Moraes/G1.

À medida que a lama se deslocava a catástrofe só aumentava, a Samarco dizia que o composto dos rejeitos apresentava materiais não tóxicos, o que foi desmentido após análises feitas nos rios atingidos que mostram a elevação do nível de metais pesados nas águas contaminadas. (IGAM, 2015).

No princípio a Samarco tratou o rompimento como um acidente, devido a fortes tremores de terra que abalou as estruturas da barragem, mas, no entanto, perguntas e dúvidas começaram a surgir. E segundo



SERRA (2018) a hipótese de um desastre por conta de negligência e imperícia começou a ser impor.

O começo de tudo ocorreu em 2007 (dois mil e sete), quando a Samarco pediu autorização para obter a Licença Prévia ao Governo de Minas, para a construção da barragem de Fundão. A Licença saiu em um curto período de tempo, mesmo com a empresa não apresentando o documento contendo as informações do Projeto executivo, o qual devia conter detalhes sobre a construção da barragem, a Samarco apenas entregou alguns dados básicos sobre o projeto.

A Samarco também não apresentou os estudos geológicos da fundação, estudos esses que deveriam ser feitos para atestar a segurança da barragem e mais uma vez, mesmo sem toda a documentação necessária foi concedido à empresa em junho de 2007 a Licença de Instalação, com isso veio o início das obras da barragem e quando a obra foi concluída foi concedida a Licença de Operação.

O Ministério Público de Minas Gerais destacou outro fato importante que denota negligência do setor público e privado, segundo a sua investigação: havia uma pilha de rejeitos de uma das donas da Samarco, a Vale, perto da área de Fundão. No mesmo ano de 2007, já existia uma preocupação com a água que escorria dos rejeitos, se surtiria algum efeito na barragem. Na ocasião teria sido elaborado projeto técnico e um acordo entre as duas companhias (Vale e Samarco), para sanar o problema, no entanto este projeto não foi encontrado pelo MP. (Ministério Público de Minas Gerais, 2016)

No ano de 2013, os rejeitos da Vale se tornaram um problema. A consultoria de engenharia VogBR Recursos Hídricos e Geotecnia Ltda elaborou relatório para a Samarco, mostrando que a pressão da água gerada pelos rejeitos perto da barragem poderia comprometer a segurança de Fundão. E indicava a necessidade de uma drenagem na área. Contudo, a voz da consultoria também foi silenciada. Depois da tragédia, a VogBR informou que não acompanhou as obras de drenagem, e que não poderia comentar o assunto.

Em setembro de 2014, a Samarco foi alertada sobre trincas na estrutura de Fundão, que caracterizavam o início do escorregamento de rejeitos. Um engenheiro consultor, Joaquim Pimenta de Ávila, recomendou monitoramento diário dos níveis de água na região. Porém, o engenheiro teve sua voz também silenciada. O advogado da empresa apenas declarou que as medidas de segurança sempre foram adotadas. (SERRA, 2018)

Outro ponto levantado sobre o caso é que tinha uma espécie de “remendo” na barragem, executado sem projeto e sem recomendação dos órgãos ambientais. Com isso, foi feita uma mudança na geometria de Fundão, construindo um recuo no formato da letra “S”. A investigação da polícia apontou a obra como o estopim para a tragédia. (SERRA, 2018).

**Figura 12.** Vista aérea mostrando o antes e o depois da barragem.



Fonte: foto por Felipe Dana/G1 – Reprodução Google Earth.

Após a ocorrência de toda essa tragédia, muitos estados e municípios começaram a se preocupar com a segurança de suas barragens. No caso do estado de São Paulo foi publicada pela CETESB a Decisão de Diretoria 279/2015, para assegurar a segurança das mesmas com o Plano de Segurança da Barragem, relativos à segurança de barragens de rejeitos industriais.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

O presente trabalho utilizou como material de pesquisa os relatórios e informações sobre o acidente envolvendo a Barragem de Fundão da mineradora Samarco, foram feitas pesquisas em sites, livros e relatórios relacionados ao acidente e a análise das informações disponíveis em adequações a Decisão de Diretoria 279/2015 publicada pela CETESB.

Os métodos de avaliação foram feitos analisando os relatórios apresentados pela a empresa desde a construção da barragem até o dia do seu rompimento, e o que os especialistas contratados pela Samarco, para analisar o estado e a segurança da estrutura, atestaram.

As barragens de retenção de rejeitos no Brasil têm sido cada vez menos utilizadas pelas grandes empresas, mas as barragens já existentes, que possuem uma alta produção, conseqüentemente possuem uma grande quantidade de rejeitos despejados.

No caso da Samarco a necessidade de armazenar mais rejeitos acabou comprometendo a estabilidade de uma de suas barragens. Após o rompimento de Fundão, diversas leis foram publicadas para assegurar a segurança de barragens que ainda estão por vir e das que já estão em vigor, para o estado de São Paulo a CETESB publicou DD 279/2015 que dispõe novas diretrizes para o Plano de Segurança de Barragens.

Foi estudada a hipótese de que se a empresa tivesse seguido as orientações de seus consultores, engenheiros e dos especialistas contratados, o acidente poderia ter sido evitado. E mesmo se algum acidente viesse a ocorrer e a empresa tivesse investido em um plano de emergência, com alertas para os trabalhadores e as populações ao redor, provavelmente o impacto da tragédia seria menor.

Para entender melhor o assunto, a seguir, será apresentado a DD 279/2015, mostrando todas as suas diretrizes, os documentos necessários para o licenciamento de barragens e todos os procedimentos que as

empresas, donas dessas barragens, devem seguir para não colocar em risco a população e nem prejudicar o meio ambiente.

### 3.1 A Decisão De Diretoria 279/2015

No dia 18 de novembro de 2015 a CETESB publicou a Decisão de Diretoria 279/2015 que dispõe sobre procedimentos relativos à segurança de barragens de resíduos industriais.

A Decisão apresenta todos os procedimentos relativos à segurança de barragens de rejeitos industriais, tanto para as barragens já existentes, como para as novas, implantadas após a publicação da Decisão. Esses procedimentos foram implementados pela Lei Federal nº 12.334 de 20 de setembro de 2010, ela que estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas a armazenamento de rejeitos industriais.

Segundo a CETESB, o documento publicado estabelece a sistemática de cadastramento das barragens de resíduos industriais, a sua periodicidade e o conteúdo mínimo das respectivas informações e a frequência de atualização, a qualificação do responsável e equipe técnica e o nível de detalhamento do Plano de Segurança da Barragem, a sua Revisão Periódica e a Inspeções de Segurança Regulares e Especiais.

#### 3.1.1 Plano de Segurança de Barragem

O PSB é composto por diversos tópicos que incluem:

- *A Matriz de Classificação quanto o Risco e Dano Potencial Associado*

As barragens são classificadas de acordo com a sua categoria de risco e dano potencial associado, nas classes A, B, C e D conforme a Tabela 2 abaixo:

**Quadro 2.** Classificação de categoria de risco e dano potencial associado.

Categoria de Risco	Dano potencial associado		
	Alto	Médio	Baixo
Alto	A	A	B
Médio	A	B	C
Baixo	B	C	D

Fonte: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB).

Com base nas categorias de risco e de dano potencial associado, a ANA, por meio de sua Resolução nº 91, de 2 de abril de 2012, definiu uma matriz de categoria de risco e de dano potencial associado, que divide as barragens nas seguintes classes (ANA, 2012):

Classe A – barragens de alto dano potencial associado e de qualquer categoria de risco;

Classe B – barragens de médio dano potencial associado e de alta categoria de risco;

Classe C – barragens de médio dano potencial e de categoria de risco média ou baixa ou de baixo dano potencial e de categoria de risco alto;

Classe D – barragens de dano potencial baixo e categoria de risco médio;

Classe E – barragens de baixo dano potencial e categoria de risco baixo.

Por exemplo, como Fundão era classificada como dano potencial alto e categoria de risco baixo ela se enquadrava na Classe A.

A barragem pode ter uma atualização da sua categoria, que será feita pela CETESB a cada 10 anos ou em um período menor a seu critério, se a barragem sofrer qualquer alteração em suas características ou nas características dos resíduos depositados, que requeiram a revisão das suas categorias, ela pode ter sua classificação atualizada a critério da CETESB.

#### *- Estrutura e Conteúdo Mínimo do PSB*

O PSB tem como objetivo auxiliar o empreendedor na gestão de segurança de sua barragem e ele deve ser composto por cinco volumes, respectivamente:

- Volume I: Informações Gerais;
- Volume II: Planos e Procedimentos;
- Volume III: Registros e Controles;

- Volume IV: Revisão Periódica de Segurança de Barragem;
- Volume V: Plano de Ação de Emergência.

Cada volume deverá apresentar um conteúdo mínimo, que está presente no anexo IX da DD e todas as barragens construídas após a publicação da mesma deverão também conter o projeto “como construído” – “as built” contendo informação sobre a construção da barragem.

*- Elaboração e Atualização do PSB*

Para a obtenção de Licença Prévia e Licença de Operação o empreendedor deverá apresentar para a CETESB o Relatório de Implantação do PSB, juntamente com o Cronograma do mesmo, e o Plano de Ação de Emergência respectivamente.

O empreendedor precisa estar como PSB atualizado e contendo todas as informações exigidas e deverá disponibiliza-lo para conhecimento público até 30 dias após da emissão da Licença de Operação.

*- Revisão Periódica de Segurança da Barragem - RPSB*

O objetivo dessa revisão é verificar o estado geral de segurança da barragem, considerando o atual estado da barragem para os critérios de projeto e as alterações das condições a montante e a jusante.

O empreendedor deverá seguir instruções da revisão para a manutenção de segurança.

Quanto a sua periodicidade o empreendedor deverá realizar a sua primeira Revisão Periódica de Segurança da Barragem após um ano de funcionamento e protocolizar na CETESB em até 60 dias o Resumo Executivo juntamente com a declaração de ciência do representante legal do empreendedor quanto ao conteúdo do documento.

A periodicidade das RPSB deveram definidas de acordo com a classificação de cada barragem, assim respectivamente:

- Classe A: a cada 4 anos;

- Classe B: a cada 6 anos;
- Classe C: a cada 8 anos;
- Classe D: a cada 10 anos.

E toda vez que houver alguma alteração estrutural na barragem ou modificação na classificação dos rejeitos, o empreendedor deverá atender as normas e procedimentos da legislação ambiental e por conta dessas alterações a CETESB pode requerer uma nova RPSB.

#### *- Qualificação da Equipe Técnica*

Uma equipe multidisciplinar é que deve realizar a RPSB, seus membros devem atuar nas diversas disciplinas que envolvam a segurança de barragem e o responsável técnico dessa equipe deve ter registro no CREA (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia).

### **3.1.2 Inspeções Regulares e Especiais**

#### *- Inspeções Regulares*

A inspeção regular é feita um ano após da primeira RPSB e empreendedor além de realizar a inspeção precisa também elaborar um Relatório de Inspeção de Segurança Regular, a sua periodicidade é definida conforme a classificação da barragem, como vemos a seguir:

- Classe A: Anual;
- Classe B: Bianual;
- Classe C e D: Triannual.

De acordo com essa periodicidade o empreendedor deve protocolizar na CETESB, em até 60 dias após a inspeção, a Ficha de Inspeção Regular juntamente com a Declaração de Condição da Estabilidade da Barragem.

Se nas vistorias de rotina a barragem apresentar alguma anomalia grave a CETESB deve ser contatada e deve ser protocolizada a Ficha de Inspeção Regular em até 1 semana.

#### *- Inspeção de Segurança Especial*



A inspeção especial ocorre sempre que a barragem apresentar alguma anomalia, ela deve ser realizada quinzenalmente ou em menor prazo a critério do responsável técnico ou até que a anomalia detectada seja extinta ou controlada.

O empreendedor deve protocolar na CETESB as fichas de inspeção de segurança especial até quinze dias após a sua elaboração e a mesma deve apresentar conteúdo mínimo e dentro dele especificar se o resultado da anomalia foi extinto, controlado ou não extinto. A extinção ou controle deve ser atestado por meio de uma inspeção final de segurança especial.

*- Qualificação da Equipe Técnica*

As inspeções deveram ser efetuadas pela Equipe de Segurança da Barragem ou por uma equipe externa contratada pelo empreendedor, composta por profissionais treinados e capacitados.

### **3.1.3 Barragens Implantadas**

Esse item dispõe que as barragens implantadas até a data da publicação da DD deverão protocolizar na CETESB os seguintes documentos:

- I – No prazo de 90 dias contados da data de publicação: O Relatório de Implantação do Plano de Segurança da Barragem;
- II - No prazo de 180 dias contados da data de publicação: O Resumo executivo da primeira RPSB;
- III – No prazo de 240 dias contados da data de publicação: O Resumo Executivo da Inspeção de Segurança Regular de Barragem;
- IV – Os Resumos Executivos das demais RPSB, deverão atender os prazos em função da classificação da barragem, respectivamente:
  - Classe A: a cada 4 (quatro) anos;
  - Classe B: a cada 6 (seis) anos;

- Classe C: a cada 8 (oito) anos;
- Classe D: a cada 10 (dez) anos.

A CETESB irá avaliar o Relatório e poderá requerer alterações no cronograma de implantação do PSB e também alterar a classificação da barragem.

O não atendimento das exigências feitas pela CETESB poderá implicar na não concessão, não renovação, suspensão ou até mesmo o cancelamento da Licença de Operação.

#### **3.1.4 Apresentação de Documentos e Atualização do SNISB**

Todos os documentos referentes a segurança da Barragem devem ser apresentados à CETESB e atualizados no SNISB.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesse capítulo foi feita uma avaliação, se a Barragem de Fundão apresentava todos os documentos e relatórios exigidos na época e se ela se enquadraria nas exigências feita pela DD para o estado de São Paulo.

A fiscalização da Barragem cabia no âmbito nacional a Agência Nacional de Mineração (ANM) e a mesma classificava Fundão na categoria de risco baixo, mas o dano potencial associado era classificado como alto. No âmbito estadual a fiscalização cabia a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM).

Ela era considerada risco baixo, pois se bem executada e com a documentação em dia não apresentava risco de rompimento, segundo a ANM, mas era classificada como dano potencial alto por estar localizada próximo a comunidades e se algo viesse acontecer iria atingir diretamente essas populações. O dano potencial associado segundo o PNSB pode ser classificado da seguinte maneira como é mostrado a seguir na Tabela 3.

**Quadro 3.** Classificação por dano potencial associado.

DANO POTENCIAL ASSOCIADO	FAIXA DE CLASSIFICAÇÃO
ALTO	$\geq 13$
MÉDIO	$7 > DPA > 13$
BAIXO	$\leq 7$

Fonte: Autor, 2019 (Adaptado do PNSB, 2018).

A Tabela 4 (quatro) a seguir mostra os valores da matriz de pontuação do DPA, que varia de 0 a 10 e classifica itens como: Volume total do reservatório, Existência de população a jusante, Impacto ambiental e Impacto socioeconômico. A soma dos itens indica a classificação da barragem.

**Quadro 4.** Classificação quanto ao dano potencial associado.

Volume Total do Reservatório (a)	Existência de população a jusante (b)	Impacto ambiental (c)	Impacto sócio-econômico (d)
Muito Pequeno < = 500 mil m <sup>3</sup> (1)	INEXISTENTE (não existem pessoas permanentes/residentes ou temporárias/transitando na área afetada a jusante da barragem) (0)	INSIGNIFICANTE ( área afetada a jusante da barragem encontra-se totalmente descaracterizada de suas condições naturais e a estrutura armazena apenas resíduos Classe II B – Inertes , segundo a NBR 10.004 da ABNT ) (0)	INEXISTENTE ( não existem quaisquer instalações na área afetada a jusante da barragem) (0)
Pequeno 500 mil a 5 milhões m <sup>3</sup> (2)	POUCO FREQUENTE ( não existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, mas existe estrada vicinal de uso local) (3)	POUCO SIGNIFICATIVO ( área afetada a jusante da barragem não apresenta área de interesse ambiental relevante ou áreas protegidas em legislação específica, excluídas APPs, e armazena apenas resíduos Classe II B – Inertes , segundo a NBR 10.004 da ABNT ) (2)	BAIXO (existe pequena concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura de relevância sócio-econômico-cultural na área afetada a jusante da barragem) (1)
Médio 5 milhões a 25 milhões m <sup>3</sup> (3)	FREQUENTE ( não existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, mas existe rodovia municipal ou estadual ou federal ou outro local e/ou empreendimento de permanência eventual de pessoas que poderão ser atingidas) (5)	SIGNIFICATIVO ( área afetada a jusante da barragem apresenta área de interesse ambiental relevante ou áreas protegidas em legislação específica, excluídas APPs, e armazena apenas resíduos Classe II B – Inertes , segundo a NBR 10.004 da ABNT ) (6)	MÉDIO (existe moderada concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura de relevância sócio-econômico-cultural na área afetada a jusante da barragem) (3)
Grande 25 milhões a 50 milhões m <sup>3</sup> (4)	EXISTENTE ( existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, portanto, vidas humanas poderão ser atingidas) (10)	MUITO SIGNIFICATIVO ( barragem armazena rejeitos ou resíduos sólidos classificados na Classe II A - Não Inertes, segundo a NBR 10004 da ABNT) (8)	ALTO (existe alta concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura de relevância sócio-econômico-cultural na área afetada a jusante da barragem) (5)
Muito Grande > = 50 milhões m <sup>3</sup> (5)	-	MUITO SIGNIFICATIVO AGRAVADO ( barragem armazena rejeitos ou resíduos sólidos classificados na Classe I- Perigosos segundo a NBR 10004 da ABNT) (10)	-

Fonte: PNSB, 2018.

No caso de Fundão a barragem apresentava um dano potencial associado alto, pois sua somatória era de 28 pontos, sendo:

- Volume de reservatório: Grande – 5 pontos.
- Existência de população a jusante: Existente – 10 pontos.
- Impacto ambiental: Muito Significante – 8 pontos.
- Impacto socioeconômico: Alta Concentração – 5 pontos.

Já a categoria de risco leva em conta critérios como, características técnicas (CT), estado de conservação (EC) e plano de segurança de barragens (OS), apresentando a seguinte classificação:

**Quadro 5.** Classificação por categoria de risco.

CATEGORIA DE RISCO	FAIXA DE CLASSIFICAÇÃO
ALTO	$\geq 60$ ou $EC=10$
MÉDIO	$35 < CRI < 60$
BAIXO	$\leq 35$

Fonte: Autor, 2019 (Adaptado do PNSB, 2018).

Nas tabelas 6, 7 e 8 a seguir a categoria de risco analisa os seguintes critérios: Altura, Comprimento da Crista, Vazão de Projeto, Confiabilidade das Estruturas Extravasoras, Percolação, Deformação e Recalques, Deterioração dos Taludes, Documentação de Projetos, Estrutura Organizacional e Qualificação Técnica dos Profissionais na Equipe de Segurança de Barragem, Manuais de Procedimentos para Inspeções de Segurança e Monitoramento, Plano de Ação Emergencial e Relatórios de inspeção e monitoramento da instrumentação e de Análise de Segurança. O cálculo é feito semelhante ao de dano potencial.

**Quadro 6.** Classificação da categoria de risco no quesito características técnicas.

<b>Altura (a)</b>	<b>Comprimento (b)</b>	<b>Vazão de Projeto (c)</b>
Altura $\leq$ 15m (0)	Comprimento $\leq$ 50m (0)	CMP (Cheia Máxima Provável) ou Decamilenar (0)
15m < Altura < 30m (1)	50m < Comprimento < 200m (1)	Milenar (2)
30m $\leq$ Altura $\leq$ 60m (4)	200 $\leq$ Comprimento $\leq$ 600m (2)	TR = 500 anos (5)
Altura > 60m (7)	Comprimento > 600m (3)	TR Inferior a 500 anos ou Desconhecida/ Estudo não confiável (10)

Fonte: PNSB, 2018.

**Quadro 7.** Classificação da categoria de risco no quesito estado de conservação.

<b>Confiabilidade das Estruturas Extravasoras (d)</b>	<b>Percolação (e)</b>	<b>Deformações e Recalques (f)</b>	<b>Deterioração dos Taludes / Paramentos (g)</b>
Estruturas civis bem mantidas e em operação normal /barragem sem necessidade de estruturas extravasoras (0)	Percolação totalmente controlada pelo sistema de drenagem (0)	Não existem deformações e recalques com potencial de comprometimento da segurança da estrutura (0)	Não existe deterioração de taludes e paramentos (0)
Estruturas com problemas identificados e medidas corretivas em implantação (3)	Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes e ombreiras estáveis e monitorados (3)	Existência de trincas e abatimentos com medidas corretivas em implantação (2)	Falhas na proteção dos taludes e paramentos, presença de vegetação arbustiva (2)
Estruturas com problemas identificados e sem implantação das medidas corretivas necessárias (6)	Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes ou ombreiras sem implantação das medidas corretivas necessárias (6)	Existência de trincas e abatimentos sem implantação das medidas corretivas necessárias (6)	Erosões superficiais, ferragem exposta, presença de vegetação arbórea, sem implantação das medidas corretivas necessárias . (6)
Estruturas com problemas identificados, com redução de capacidade vertente e sem medidas corretivas (10)	Surgência nas áreas de jusante com carreamento de material ou com vazão crescente ou infiltração do material contido, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura (10)	Existência de trincas, abatimentos ou escorregamentos, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura (10)	Depressões acentuadas nos taludes, escorregamentos, sulcos profundos de erosão, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura. (10)

Fonte: PNSB, 2018.

**Quadro 8.** Classificação da categoria de risco no quesito PSB.

Documentação de Projeto (h)	Estrutura Organizacional e Qualificação dos Profissionais na Equipe de Segurança da Barragem (i)	Manuais de Procedimentos para Inspeções de Segurança e Monitoramento (j)	Plano de Ação Emergencial - PAE (quando exigido pelo órgão fiscalizador) (k)	Relatórios de inspeção e monitoramento da instrumentação e de Análise de Segurança (l)
Projeto executivo e "como construído" (0)	Possui unidade administrativa com profissional técnico qualificado responsável pela segurança da barragem (0)	Possui manuais de procedimentos para inspeção, monitoramento e operação (0)	Possui PAE (0)	Emite regularmente relatórios de inspeção e monitoramento com base na instrumentação e de Análise de Segurança (0)
Projeto executivo ou "como construído" (2)	Possui profissional técnico qualificado (próprio ou contratado) responsável pela segurança da barragem (1)	Possui apenas manual de procedimentos de monitoramento (2)	Não possui PAE (não é exigido pelo órgão fiscalizador) (2)	Emite regularmente apenas relatórios de Análise de Segurança (2)
Projeto básico (5)	Possui unidade administrativa sem profissional técnico qualificado responsável pela segurança da barragem (3)	Possui apenas manual de procedimentos de inspeção (4)	PAE em elaboração (4)	Emite regularmente apenas relatórios de inspeção e monitoramento (4)
Projeto conceitual (8)	Não possui unidade administrativa e responsável técnico qualificado pela segurança da barragem (6)	Não possui manuais ou procedimentos formais para monitoramento e inspeções (8)	Não possui PAE (quando for exigido pelo órgão fiscalizador) (8)	Emite regularmente apenas relatórios de inspeção visual (6)
Não há documentação de projeto (10)	-	-	-	Não emite regularmente relatórios de inspeção e monitoramento e de Análise de Segurança (8)

Fonte: PNSB, 2018.

A Samarco não divulgou a investigação feita após o rompimento (Relatório Cleary), sendo assim os dados necessários para obter a real classificação da categoria de risco da barragem se tornou inacessível. Mas como dito anteriormente nesse tópico, segundo a ANM, ela era considerada risco baixo se toda a documentação estivesse em dia, mas levando em conta as informações que foram disponíveis, os documentos referentes à categoria de risco não estavam sendo apresentados, nesse caso ela poderia se encaixar na categoria de risco alto.

Com essas categorias de risco altas a Samarco deveria apresentar o Plano de Ação de Emergência que devia conter as medidas a serem tomadas

de acordo com o estado da barragem, mas o mesmo não foi apresentado, caso contrário, os danos e as consequências poderiam ter sido evitados ou pelo menos minimizados.

A DD 279/2015 fiscaliza somente o estado de São Paulo, no caso as barragens do estado semelhantes à barragem da Samarco iriam ter que apresentar diversos documentos atestando a segurança das suas barragens, tais como:

No prazo de 90 dias após a publicação, seria necessário o relatório de implantação do plano de segurança da barragem.

No prazo de 180 dias após a publicação, teria que apresentar O Resumo Executivo da primeira Revisão Periódica de Segurança de Barragem (RPSB) e a primeira Declaração Anual de Estabilidade da Barragem.

E no prazo de 240 dias após a publicação, O Resumo Executivo da Inspeção de Segurança Regular de Barragem.

Levando em consideração o nível estabelecido pela ANM essas barragens deviam apresentar os demais resumos a cada seis anos, pois as barragens seriam consideradas nível B e se nos relatórios os técnicos que fizessem a inspeção relatassem algum problema ou dúvida quanto à estabilidade da barragem ela poderia ter seu nível alterado.

Depois de todo o estudo e análises feitas nos relatórios, livros, artigos, legislações e notícias a respeito das documentações da barragem, pode-se constatar que a Barragem de Fundão não possuía toda a documentação necessária em relação, à construção e modificações feitas na barragem. Será apresentada na tabela 9 a seguir uma verificação de qual documentação é exigida pela CETESB para barragens já implantadas no estado de São Paulo e dessas documentações quais a Barragem de Fundão disponibilizou para estudo.



**Quadro 9.** Documentação exigida pela Cetesb.

Documentação Exigida pela CETESB para Barragens já Implantadas		
Documentação Exigida	Documentação que a Samarco possuía	
	Sim	Não
Relatório de Implantação do PSB	x	
Resumo executivo da primeira inspeção RPSB		x
Declaração Anual de Estabilidade da Barragem		x
Registro de Atividade de Operação, Monitoramento e Manutenção		x
Resumo Executivo da Inspeção de Segurança Regular da Barragem		x

Fonte: Autor, 2019.

Considerando também que para a emissão da LO da barragem a empresa não apresentou vários documentos exigidos entre eles, o Plano de Contingência com informação as comunidades e o Relatório técnico *As Built* (como construído) que é uma espécie de *check list* do projeto, nele se encontra todas as informações sobre a construção. O *As Built* só pode ser preparado e entregue após a construção da barragem estar concluída, neste caso o relatório foi apresentado antes do prazo de conclusão e o relatório definitivo nunca foi entregue. (SERRA, 2018).

Por todas essas razões, citadas acima e em todo trabalho chegou-se ao resultado que a barragem não possuía toda documentação atualizada e isso pode ter contribuído para a ocorrência do acidente.

A Samarco ainda responde inúmeros processos, tanto dos sobreviventes como das famílias das vítimas mortas no acidente. A produção e a imagem da empresa também foram prejudicadas por conta do acidente, tendo em vista que a tragédia teve repercussão mundial.

## 5. CONCLUSÃO

Pode-se concluir com o presente trabalho que a segurança da barragem da Samarco já estava comprometida há muito tempo e que a empresa já havia sido alertada sobre o risco de seu rompimento.

A Samarco não possuía toda a documentação necessária para manter a barragem legalizada e não apresentava nem o plano de emergência caso algum acidente viesse a acontecer.

Tendo em vista a ocorrência de outro acidente similar cinco anos depois, na cidade de Brumadinho - MG, cujo, a Vale, empresa acionista da Samarco, foi uma das responsáveis, concluímos que atualmente a negligencia por parte das empresas donas das barragens e dos órgãos fiscalizadores, que muitas vezes por não possui um corpo técnico adequado, ainda ocorre e com isso muitas barragens deixam de ser fiscalizadas o que pode para a ocorrência de novos acidentes.

Conclui-se que as normas devem ser rigorosamente seguidas e os responsáveis pelas barragens devem se atentar para cumpri-las. Para os órgãos fiscalizadores seria necessário cumprir rigorosamente suas responsabilidades nas fiscalizações, pois assim conseguiriam ter uma maior fiscalização de todas as barragens do Brasil.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BROWN, David. et al. 501 **Desastres mais devastadores de todos os tempos**. Trad. Catharina Pinheiro. 1ª edição brasileira. São Paulo: Editora Lafonte, 2012.

Araújo, Cecília Bhering. **Contribuição ao estudo do comportamento de barragens de rejeito de mineração de ferro**. 2006. Rio de Janeiro.

SERRA, Cristina. **Tragédia em Mariana: a história do maior desastre ambiental**. 1ª edição. Editora Record. 2018.

Neves, Luiz. **Agência Nacional de Mineração: Legislação Federal Brasileira em Segurança de Barragens**. 2019. 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: 12/08/19

Fernandes, Francisco R. Chaves; Araújo, Elaine R. **Mineração no Brasil: crescimento econômico e conflitos ambientais**. 2016. Disponível em: <https://www.cetem.gov.br/images/capitulos/2016/CCL0001-00-16.pdf>  
Acesso em: 12/08/19

Soares, Lindolfo. **Barragem de rejeitos**. 2010 Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br:8080/bitstream/cetem/769/1/CCL00410010.pdf>.  
Acesso em: 14/08/19.

Jornal da Unicamp: **O desastre ambiental**. 2018. Disponível em: <https://www.unicamp.br/unicamp/ju/noticias/2018/09/12/o-desastre-ambiental>.  
Acesso: 26/07/19.

CETESB: **DD 279 de 18 de novembro de 2015**. 2015. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2014/12/DD-279-2015-C.pdf>.  
Acesso em: 01/06/19.

IBAMA. **Rompimento da Barragem de Fundão: Documentos relacionados ao desastre da Samarco em Mariana/MG.** 2016. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/component/tags/tag/mariana>. Acesso em: 02/06/19.

Trevisan, Karina. **G1: País tem quase 200 barragens de mineração com alto potencial de dano.** 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/2019/01/30/pais-tem-quase-200-barragens-de-mineracao-com-alto-potencial-de-dano.ghtml>. Acesso em: 02/06/19.

Alvarenga, Darlan; Cavalini, Marta. **G1: Entenda como funciona a barragem da Vale que se rompeu em Brumadinho.** 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/2019/01/28/entenda-como-funciona-a-barragem-da-vale-que-se-rompeu-em-brumadinho.ghtml>. Acesso em: 02/06/19.

Vale: **Noticias sobre Brumadinho e outras Barragens.** 2019. Disponível em: [http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/servicos-para-comunidade/minas-gerais/atualizacoes\\_brumadinho\\_home/Paginas/default.aspx](http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/servicos-para-comunidade/minas-gerais/atualizacoes_brumadinho_home/Paginas/default.aspx). Acesso em: 02/06/19.

Arquivos do Museu de História Natural e Jardim Botânico - UFMG Belo Horizonte. v. 24, n.1, 2015. Disponível em: <https://www.ufmg.br/mhnpj/wp-content/uploads/2017/02/Vol24n1.pdf>. Acesso em: 02/06/19.

Veras, Gléssia. **Regulamentação e fiscalização sobre segurança de barragens ainda é um desafio no Brasil.** 2017. Disponível em: <http://www.cbdb.org.br/informe/img/63geral6.pdf>. Acesso em 03/06/19.

IBRAM: **Gestão e Manejo de Rejeitos de Mineração.** 2016. Disponível em: <http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00006222.pdf>. Acesso em: 03/06/19.

Presidência da República Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos:  
**LEI Nº 12.334, DE 20 DE SETEMBRO DE 2010.** 2010. Disponível em:  
[https://edisisciplinas.usp.br/pluginfile.php/71978/mod\\_resource/content/1/Seguran%C3%A7a%20Barragens.pdf](https://edisisciplinas.usp.br/pluginfile.php/71978/mod_resource/content/1/Seguran%C3%A7a%20Barragens.pdf).

Acesso em: 03/06/19.

Ministério do Meio Ambiente Conselho Nacional de Recursos Hídricos:  
**RESOLUÇÃO Nº 143, DE 10 DE JULHO DE 2012.** 2012. Disponível em:  
<http://www.cnrh.gov.br/resolucoes/1922-resolucao-n-143-de-10-de-julho-de-2012/file>.

Acesso em: 03/06/19.

ANA: **Relatório de Segurança de Barragens.** 2016. Disponível em:  
<http://www.snisb.gov.br/portal/snisb/relatorio-anual-de-seguranca-de-barragem/rsb-2016/relatorio-de-seguranca-de-barragens-2016.pdf>.

Acesso em: 04/06/19.

MPF: **Ação coordenada segurança de barragem de mineração.** 2016.  
Disponível em: <http://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/dados-da-atuacao/eventos/encontros/acao-coordenada-seguranca-de-barragem-de-mineracao/ApresentaoDarlanBARRAGENS.pdf>.

Acesso em: 04/06/19.

Santos, Neusa Maria. **Rompimento da barragem da mineradora Samarco em Mariana (MG): crônica de um desastre anunciado.** 2017.  
Disponível em: [http://www.convibra.com.br/upload/paper/2017/28/2017\\_28\\_13923.pdf](http://www.convibra.com.br/upload/paper/2017/28/2017_28_13923.pdf).

Acesso em: 04/06/19.

D'Agostino, Rosane. **Rompimento de Barragem em Marina: Perguntas e Respostas.** 2015. Disponível em: <http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2015/11/rompimento-de-barragens-em-mariana-perguntas-e-respostas.html>.

Acesso em: 04/06/19.

G1 Minas Gerais: **Barragem se rompe e distrito em MG é inundado; FOTOS.** 2016. Disponível em: <http://g1.globo.com/minas-gerais/fotos/2015/11/barragem-se-rompe-e-distrito-de-mariana-e-inundado.html#F1834440>.

Acesso em: 07/06/19.

DNPM: **Anuário Mineral Estadual anos base 2010 a 2014.** 2017. Disponível em: <http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-estadual/minas-gerais/anuario-mineral-estadual-minas-gerais-anos-base-2010-2014>.

Acesso em: 07/06/19.

Antunes, Rafael; Brum, Renata; Oliveira, Roberta. **Zona da Mata ainda se recupera de rompimento de barragem há 9 anos.** 2015. Disponível em: <http://g1.globo.com/mg/zona-da-mata/noticia/2015/11/zona-da-mata-ainda-se-recupera-de-rompimento-de-barragem-ha-9-anos.html>

Acesso em: 07/06/19.

O Tempo: **Pelo menos 94 pessoas morreram após rompimento de barragens em MG.** 2019. Disponível em: <https://www.otempo.com.br/cidades/pelo-menos-94-pessoas-morreram-apos-rompimento-de-barragens-em-mg-1.2128094>

Acesso em: 07/06/19.

G1 Minas Gerais: **Rompimento de barreira em mina soterra trabalhadores em Itabirito.** 2014. Disponível em: <http://g1.globo.com/minas-gerais/noticia/2014/09/rompimento-de-barreira-soterra-veiculos-na-cidade-de-itabirito.html>.

Acesso em: 10/06/19.

Jucá, Beatriz. **Responsável por fiscalizar barragens, ANM já admitiu falta de verba para vistorias 'in loco'.** 2019. Disponível em: [https://brasil.elpais.com/brasil/2019/02/07/politica/1549559820\\_961591.html](https://brasil.elpais.com/brasil/2019/02/07/politica/1549559820_961591.html).

Acesso em: 20/06/19.

Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Monitoramento da qualidade das águas superficiais do rio doce no estado de Minas Gerais.** 2015. Disponível em: [http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/2015\\_ARQUIVOS/QUALIDADE\\_RIO\\_DOCE/Relatorio\\_Qualidade\\_17novCompleto.pdf](http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/2015_ARQUIVOS/QUALIDADE_RIO_DOCE/Relatorio_Qualidade_17novCompleto.pdf).

Acesso em: 20/06/19.

Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Encarte especial sobre a qualidade das águas do rio doce após 3 anos do rompimento da Barragem de Fundão.** 2018. Disponível em: [http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/2018/QUALIDADE\\_DA\\_AGUA/ENCARTE\\_Tres\\_ANOS.pdf](http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/2018/QUALIDADE_DA_AGUA/ENCARTE_Tres_ANOS.pdf).

Acesso em: 21/06/19.

De Paula, Mário Lúcio. **Nem acidente, nem desastre ambiental: É crime deliberado.** 2015. Disponível em: <https://anovademocracia.com.br/no-161/6197-nem-acidente-nem-desastre-ambiental-e-crime-deliberado>.

Acesso em: 21/06/19.

Jornal UNICAMP. **A responsabilidade da Samarco.** 2018. Disponível em: <https://www.unicamp.br/unicamp/index.php/ju/noticias/2018/01/29/responsabilidade-da-samarco>.

Acesso em: 01/07/19.

Folha de São Paulo. **Tragédia no Rio Doce.** 2016. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2016/07/1795419-governo-de-minas-sabia-de-obra-em-barragem-da-samarco-que-ruiu.shtml>.

Acesso em: 01/07/19.

Valor. **MP diz que Samarco sabia dos riscos em barragens ao menos desde 2013.** 2016. Disponível em: <http://www.valor.com.br/empresas/4396368/mp-diz-que-samarco-sabia-dos->

riscos-em-barragem-ao-menos-desde-2013.

Acesso em: 02/07/19.

Governo do estado de São Paulo. **Barragens do estado de São Paulo.** 2019. Disponível em:

<http://arquivo.ambiente.sp.gov.br/publicacoes/2019/07/barragens-noestadospaulo2019.pdf>

Acesso em: 15/07/19

ABNT. **Conselho Técnico.** 2019. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/abnt/conselho/tecnico> Acesso em: 15/07/19

Dom Helder. **Artigos.** 2019. Disponível em: [http://www.domhelder.edu.br/uploads/artigo\\_HRA.pdf](http://www.domhelder.edu.br/uploads/artigo_HRA.pdf)

Acesso em: 20/07/19

ABNT. **ABNT possui norma para barragens.** Disponível em: <http://www.abnt.org.br/imprensa/releases/6239-abnt-possui-norma-para-barragens>.

Acesso em: 22/07/19.

Samarco. **Rompimento de Fundão.** 2016. Disponível em: <https://www.samarco.com/rompimento-de-fundao/>

Acesso em: 22/07/19.

Samarco. **Fundação Renova.** 2016. Disponível em: <https://www.samarco.com/fundacao/> Acesso em: 27/07/19.

ANA. **Serviços analíticos e consultivos em segurança de barragens.** 2014. Disponível em:

[http://www.snisb.gov.br/portal/snisb/downloads/publicacoes/ArquivosPNSB\\_Docs\\_Estruturantes/produto-06-classificacao-de-barragens-reguladas-pela-ana.pdf](http://www.snisb.gov.br/portal/snisb/downloads/publicacoes/ArquivosPNSB_Docs_Estruturantes/produto-06-classificacao-de-barragens-reguladas-pela-ana.pdf).

Acesso em: 15/08/19.

Anderaós, Alexandre; Araújo, Ligia; Nunes, Carlos Motta. **Classificação de barragem** quanto à categoria de risco e ao dano potencial associado - um exercício. 2013. Disponível em:



[http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/noticias/20131119\\_PAP012965\\_04.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/noticias/20131119_PAP012965_04.pdf).

Acesso em: 20/08/19.

Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Nº 237**. 1997. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>.

Acesso em: 23/08/19.

Agência Nacional de Mineração. **Portaria nº 14 de 15 de janeiro de 2016**. 2016. Disponível em: <http://www.anm.gov.br/aceso-a-informacao/legislacao/portarias-do-diretor-geral-do-dnpm/portarias-do-diretor-geral/portaria-no-14-em-15-01-2016-do-diretor-geral-do-dnpm/view>.

Acesso em: 23/08/19.

Agência Nacional de Mineração. **Portaria nº 70.389 de 17 de maio de 2017**. 2017. Disponível em: <http://www.anm.gov.br/aceso-a-informacao/legislacao/portarias-do-diretor-geral-do-dnpm/portarias-do-diretor-geral/portaria-70-389-de-2017/view>.

Acesso em: 23/08/19.

Agência Nacional de Mineração. **Resolução nº 13 de 8 de agosto de 2019**. 2019. Disponível em: <http://www.anm.gov.br/assuntos/barragens/resolucao-anm-no-13-de-8-de-agosto-de-2019.pdf/view>.

Acesso em: 23/08/19.

International Commission on Large Dams. **ICOLD**. 2000. Disponível em: <https://www.icold-cigb.org/GB/icold/history.asp>.

Acesso em: 23/08/19.

