



GERENCIAMENTO DE RISCO NO LICENCIAMENTO AMBIENTAL: O CASO DO ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO

Maria Eduarda Nogueira Matos¹
Maria Rita Raimundo e Almeida²

RESUMO

O dia 05 de novembro de 2015 será lembrado pela tragédia do rompimento da barragem de rejeitos de Fundão, da empresa Samarco, na cidade de Mariana/MG. Este acidente é considerado de grandes dimensões e, embora não o único, dos mais graves desastres socioambientais do Brasil. Diante da sua importância, o presente estudo teve como objetivo avaliar o processo de licenciamento ambiental da barragem de Fundão da mineradora Samarco, que foi rompida, com a finalidade de identificar como o risco de rompimento da barragem foi gerenciado. O estudo foi realizado a partir da análise documental e de conteúdo dos documentos componentes de processos de licenciamento ambiental. A partir dos dados levantados, foi possível observar que os impactos de um possível rompimento da barragem foram subestimados, tanto pela empresa como pelos órgãos ambientais do Estado, uma vez que a empresa não considerou tal possibilidade de forma significativa e os órgãos ambientais não foram atentos a essa situação, evidenciando uma grave falha no processo de gerenciamento de risco do empreendimento no licenciamento ambiental. Diante da importância econômica da indústria mineradora para a economia do Brasil e tendo em vista os inúmeros impactos ambientais inerentes a esta atividade, é necessário que o processo de licenciamento e demais mecanismos de controle ofereçam segurança e garantia de uma gestão de riscos responsável e capaz de dimensionar seu impacto potencial na tentativa de se evitar novas tragédias.

Palavras-Chave: Licenciamento Ambiental. Rompimento de Barragens. Gerenciamento de Risco. Desastre ambiental.

¹ Engenheira Ambiental pela Universidade Federal de Uberlândia. E-mail: mariaeduarda_nm@hotmail.com

² Engenheira Ambiental pela Universidade Federal de Itajubá (2008), Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Itajubá (2010) e Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (2013). Professora na Universidade Federal de Itajubá. E-mail: maria.rita.ralmeida@gmail.com

RISK MANAGEMENT IN ENVIRONMENTAL LICENSING: THE CASE OF FUNDÃO DAM IN BRAZIL

ABSTRACT

November 5, 2015 will be remembered for the tragedy of rupture of the tailings dam of Fundão, of Samarco Company, in Mariana city/Minas Gerais State/Brazil. This accident is considered large and, although not the only one, of the most serious socio-environmental disasters in Brazil. In view of its importance, the present study had as objective to evaluate the environmental licensing process of Samarco mining dam, which was broken, in order to identify how risk of dam rupture was managed. The study was carried out from the content analysis of the document components of environmental licensing processes. From data collected, it was possible to observe that the impacts of a possible rupture of dam were underestimated. Both by company and by State environmental agency, since the company did not consider this possibility in a significant way and the environmental agency did not take care about this situation, evidencing a serious flaw in the venture's risk management process in environmental licensing. In view of the economic importance of the mining industry to Brazilian economy and in view of the innumerable environmental impacts inherent in this activity, it is necessary that the licensing process and other control mechanisms provide security and guarantee responsible risk management capable of assessing its potential impact on the attempt to avoid further tragedies.

Keywords: Environmental Licensing. Breaking of Dams. Risk management. Environmental disaster.



1 INTRODUÇÃO

No Glossário da Defesa Civil Nacional, o termo desastre é tratado como sendo o “resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema (vulnerável), causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais” (CASTRO, 1998). Sua intensidade é determinada pela interação entre a magnitude do evento adverso e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor afetado. A partir desse conceito, é possível verificar que o episódio ocorrido na cidade de Mariana, no estado de Minas Gerais, no dia 05 de novembro de 2015, com o rompimento de uma barragem de rejeitos de mineração da empresa Samarco, deve ser tratado como desastre. Adicionalmente, seguindo a classificação da Política Nacional de Defesa Civil (MI, 2007), dos níveis de intensidade de desastre estabelecidos, o ocorrido em Mariana foi classificado como de muito grande porte, conforme Laudo Técnico Preliminar emitido pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 2015).

Nesse desastre, o rompimento da barragem de Fundão, que servia de depósito dos resíduos gerados durante o processo de mineração de ferro, liberou aproximadamente 50 milhões de metros cúbicos de resíduos que foram sendo carregados até o rio Doce, percorrendo um total aproximado de 600 km até o litoral do Espírito Santo (LOPES, 2016). De acordo com Zhouri et al. (2016), o desastre provocou de forma imediata um total de 19 mortes, além de causar um profundo impacto sobre o ecossistema daquela região e demais regiões atingidas pelos resíduos da barragem. Todos esses elementos fizeram com que o desastre de Mariana fosse considerado como um dos maiores de todo o mundo, dada a sua abrangência socioambiental.

Embora tenha chamado a atenção pelo seu elevado potencial de destruição, pode-se dizer que eventos como esse não representam necessariamente um fato raro. Segundo Freitas, Silva e Menezes (2016), ao longo dos últimos 50 anos foram relatados, pelo menos 37 outros desastres ocorridos em barragens de mineração e que foram classificados como muito graves. Zhouri et al. (2016), afirmam ainda que no estado de Minas Gerais, desde o ano de 1986, foi relatado o rompimento de seis barragens, tendo deixado um total de 16 mortos, além de milhares de pessoas desalojadas e sérias consequências para o meio ambiente das áreas afetadas. Ainda não se pode deixar de lado o episódio ocorrido em 25 de janeiro de 2019, o rompimento da barragem da Mina Córrego do Feijão em Brumadinho, que segundo Almeida, Jackson Filho e Vilela (2019), recorrendo a outras fontes, é um acidente de trabalho ampliado, o maior da história do país, tendo ocorrido há pouco mais de três anos da catástrofe da barragem do Fundão da Samarco.

A época de coleta de dados para esta pesquisa, em 2017, as reais causas do rompimento da barragem de Fundão ainda não estavam claras e continuavam sendo alvo de investigação. Eram consideradas algumas hipóteses para justificar a ocorrência do desastre. Segundo Freitas, Silva e Menezes (2016), uma diz respeito ao entupimento do sistema de drenagem de líquidos da barragem, responsável por impedir infiltrações e erosões de dentro para fora da estrutura; outra hipótese trata da existência de uma falha “princípio de ruptura”, em virtude do aparecimento de uma trinca na estrutura da barragem; considera-se, ainda, a hipótese do rompimento ter ocorrido devido ao aumento no ritmo da deposição de rejeitos, levando a desestabilização da barragem; e, por fim, considera-se ainda a hipótese de um suposto tremor de terras, relatado pela empresa Samarco, ocorrido a 5 km da

barragem e que poderia ter provocado o desastre. As discussões no âmbito técnico e jurídico sobre causas e responsabilização continuaram, como por exemplo em Jesus (2019), Rezende e Silva (2019) e Lopes e Heller (2020), entre outros. E, para Faria e Botelho (2018), acidentes ampliados como este não possuem uma causa única, mas resultam de uma combinação de fatores acumulados ao longo do tempo.

Assim, o desastre de Mariana traz diversos questionamentos quanto à gestão ambiental, bem como sobre o processo de licenciamento ambiental daquele empreendimento e de outras barragens de rejeitos de mineração que também podem vir a provocar desastres. Ainda, questiona-se se existiram erros ou falhas no projeto, ou ainda se foram omitidas informações importantes para o esclarecimento do desastre. O fato é que desastres desse porte não poderão voltar a ocorrer, sendo que, para isso, é necessário um adequado gerenciamento de risco ambiental.

Assim sendo, o presente trabalho procedeu a uma avaliação no processo de licenciamento da barragem de Fundão, com a finalidade de identificar como o risco de rompimento da barragem foi gerenciado. Espera-se que os resultados levantados por essa pesquisa possam nortear o gerenciamento de risco de outras barragens, a fim de que outros desastres ambientais não se repitam.



2 LICENCIAMENTO AMBIENTAL APLICADO À MINERAÇÃO

A mineração é uma das atividades mais importantes para a economia do Brasil, representando quase 5% do seu Produto Interno Bruto, além de participar, por volta, de 20% do total de exportações brasileiras (CNI, 2012). Apesar de sua significativa importância econômica, representa um dos segmentos com maior potencial para causar impactos sobre o meio ambiente, fazendo com que seja necessário um rigoroso controle sobre esse tipo de empreendimento (NUNES, 2006), sendo passível de licenciamento ambiental.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 237/1997, licenciamento ambiental é um procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental (CONAMA, 1997). No contexto brasileiro, os empreendimentos de mineração ainda encontram-se especificados dentro da listagem daqueles que exigem

a apresentação e aprovação de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) em seu processo de licenciamento (CONAMA, 1986).

Verifica-se, entretanto, que o licenciamento ambiental específico para as atividades de mineração foi regulamentado pelas Resoluções CONAMA nº 009/1990 e 010/1990. Nelas são estabelecidos os procedimentos para o licenciamento de atividades de extração mineral (Resolução CONAMA nº 009/1990) e as diferenças de procedimentos a serem adotados no licenciamento de empreendimentos que se ocupam da extração de minerais da classe II (Resolução CONAMA nº 010/1990).

O Quadro 1 apresenta de forma sintética as etapas e documentos necessários para o licenciamento ambiental de um empreendimento de exploração mineral das classes I, III, IV, V, VI, VII, VIII, e IX, dos quais fazem parte os empreendimentos que exploram o minério de ferro (CONAMA, 1990a).

Quadro 1: Etapas e documentos para o licenciamento ambiental de mineração

Tipo de Licença	Documentos necessários
Licença prévia (LP) (Fase de planejamento e viabilidade do empreendimento)	1 - Requerimento da LP. 2 - Cópia da publicação do pedido da LP. 3 - Certidão da Prefeitura Municipal. 4 - Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), conforme Resolução CONAMA nº 01/86.
Licença de instalação (LI) (fase de desenvolvimento da mina, de instalação do complexo minerário, inclusive a usina, e implantação dos projetos de controle ambiental)	1 - Requerimento da LI. 2 - Cópia da publicação do pedido da LI. 3 - Cópia da publicação da concessão da LP. 4 - Cópia da comunicação do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) julgando satisfatório ao Plano de Aproveitamento Econômico. 5 - Plano de Controle Ambiental (PCA). 6 - Licença para desmate expedida pelo órgão competente, quando for o caso.
Licença de operação (LO) (fase de lavra, beneficiamento e acompanhamento de sistemas de controle ambiental)	1 - Requerimento da LO. 2 - Cópia publicação do pedido de LO. 3 - Cópia da publicação da concessão da LI. 4 - Cópia autenticada da Portaria de Lavra.

Fonte: CONAMA (1990a).

Da mesma forma, os empreendimentos minerais relacionados às atividades de exploração de minerais classificados na classe II também exigem o cumprimento de um processo de licenciamento ambiental. No entanto, para esse tipo de atividade, a Resolução CONAMA nº 010/1990 define que, segundo definição do órgão ambiental, o empreendimento poderá ser dispensado da apresentação do EIA; nesse caso, o

empreendimento deverá apresentar um Relatório de Controle Ambiental (RCA), conforme as diretrizes definidas pelo órgão ambiental (CONAMA, 1990b).

Destaca-se, ainda, que o processo de licenciamento de empreendimentos minerais no país, no que tange à concessão de Portaria de Lavra pelo Departamento Nacional de Produção Mineral, atual Agência Nacional de Mineração (ANM), encontra-se condicionado ao recebimento da LI do projeto, por meio do Plano de Controle Ambiental (PCA).

Embora licenciado pela órgão ambiental estadual de Minas Gerais e de algumas especificidades da legislação mineira, o licenciamento da barragem de Fundão seguiu basicamente estas orientações. Ainda cabe ressaltar que após os rompimentos de Mariana e Brumadinho, algumas alterações na legislação ocorreram, mas não foram apresentadas neste trabalho por não serem o aparato legal do processo de licenciamento do caso apresentado.

3 SEGURANÇA EM BARRAGENS DE REJEITOS DE MINERAÇÃO

Como dificilmente o minério bruto é utilizado de forma direta como produto final, a atividade mineradora necessita realizar um tratamento, a partir de processos físicos e químicos, para a obtenção dos minerais presentes. O processamento do minério resulta em uma significativa produção de rejeitos, os quais podem ser classificados como ativos (contaminados) ou inertes (não contaminados), dependendo do tipo de minério e do processo de beneficiamento (NEVES; SCHENATO; BACHI, 2008).

Os rejeitos da atividade mineradora são depositados a céu aberto, ou ainda de forma subterrânea ou subaquática e em áreas confinadas, na forma de barragens ou bacias, que se encontram dotadas de uma estrutura de contenção (CURI, 2017). No entanto, pelo grande volume dos rejeitos produzidos pela mineração, as barragens de contenção de rejeitos podem ser vistas como umas das maiores e mais visíveis estruturas resultantes desse tipo de atividade, além de representar um dos maiores legados das obras de engenharia (DITR, 2007).

Barragem é qualquer estrutura (barragem, barramento, dique ou similar) que forme uma parede de contenção de rejeitos, de resíduos e de formação do reservatório de água (COPAM, 2002). A maior diferença entre as barragens de rejeito e as barragens convencionais para fins de geração hidroelétrica reside no fato de a construção das barragens de rejeito ser um processo contínuo, sendo dinâmicas em sua execução e operação (BLIGHT, 1998).

A ruptura de uma barragem de rejeitos pode ocasionar a liberação contínua de resíduos, ocasionando sérias consequências à segurança pública. Assim, a minimização dos riscos de rompimento deve ser buscada e estes devem ser gerenciados, de modo a permitir o desenvolvimento e a implantação de planos de ações emergenciais envolvendo a comunidade e os órgãos reguladores governamentais (MCMPR, 2003). O gerenciamento de rejeitos é fundamental para uma prática segura da acumulação desses materiais, principalmente, em razão de a maioria dos acidentes que envolvem barragens de rejeitos terem ocorrido como resultados do gerenciamento inadequado desses depósitos (DME, 1998). Nesse contexto, o sistema de monitoramento e inspeção permite resposta prévia às mudanças e identifica condições que devem ser alteradas ao longo dos ciclos da barragem (OLIVEIRA, 2010).

A implantação da segurança de barragens, em última instância, resulta na consolidação de documentos como: relatórios da fase investigatória de estudos para o projeto (sondagens e ensaios); relatórios do projeto; relatórios da construção (*as built*); manuais de operação; relatórios de inspeção e avaliações; relatórios de revisão de segurança da barragem, e plano de ações emergenciais (DNRM, 2002).

A maioria das falhas em barragens ocorre devido à aplicação de métodos inadequados, construção desprovida de supervisão adequada ou negligência em respeito a questões vitais incorporadas a certos estágios da construção (PENMAN, 1998). A obstrução da estrutura vertente, com ou sem galgamento da crista, quebras ou rupturas nas tubulações de rejeitos, erosões superficiais provocadas por vazamentos em tubulações de rejeitos ou por lançamento inadequado desses materiais, percolação pela face do maciço devido à aproximação do lago em relação à crista, ruptura por cisalhamento, ruptura global do maciço com descarga de sólidos para jusante e *piping* são os modos de falha mais comumente observados nas avaliações de risco de barragens de contenção de rejeitos (ANCOLD, 1999).

Diante dos riscos relativos ao rompimento de barragens de rejeitos da mineração, sobretudo pelas graves consequências desses eventos, em Minas Gerais, foi editada pelo COPAM a Deliberação Normativa (DN) nº 062/2002, a qual dispôs sobre os critérios de classificação das barragens de contenção de rejeitos, resíduos e reservatórios de água em empreendimentos industriais e de mineração. Conforme expresso por essa Deliberação, a qual foi modificada pela DN COPAM nº 087/2005, foram definidos os parâmetros para a classificação de uma barragem em relação ao

seu potencial de dano ambiental como: baixo (classe I), médio (classe II) e alto (classe III) (COPAM, 2002). Essas mesmas normas estabeleceram os requisitos necessários para as três fases do projeto, ou seja, implantação, operação e fechamento/desativação. Segundo estabelece a DN COPAM nº 087/2005, devem ser realizadas auditorias por profissionais externos à empresa, especializados em segurança de barragens, devendo ser realizadas com periodicidade de três anos para as da classe I, dois anos para as da classe II e anualmente para aquelas classificadas na classe III (COPAM, 2005).

Da mesma forma que as legislações que regem o processo de licenciamento ambiental sofreram algumas alterações após os rompimentos de Mariana e Brumadinho, como citado no item anterior, também sofreram alterações as legislações que tratam sobre o gerenciamento de riscos, mas não foram apresentadas neste trabalho por não serem o aparato legal à época do caso apresentado.

4 MÉTODOS DA PESQUISA

Neste tópico, serão apresentados o estudo de caso utilizado no trabalho e os procedimentos metodológicos adotados para responder ao objetivo da pesquisa.

Estudo de caso: A Samarco Mineração S.A. é uma empresa brasileira produtora de pelotas e finos de minérios de ferro, utilizadas pela indústria siderúrgica mundial, com a finalidade de exportação. Criada em 1977, está localizada em duas regiões, sendo uma em Minas Gerais para a extração e o beneficiamento do minério de ferro e no Espírito Santo para a pelotização e a exportação desse material. A empresa possui capital fechado e é controlada, igualmente, pela BHP Billiton Brasil Ltda. e pela Vale S.A. (SAMARCO, 2014).

No dia 05 de novembro de 2015, na cidade de Mariana/MG, a empresa se envolveu naquela que é considerada uma das maiores tragédias socioambientais do país. Uma barragem de rejeito de minério de ferro, a Barragem de Fundão, no município de Mariana-MG, se rompeu, destruindo distritos, nascentes de rios, animais, plantas, entre outros recursos naturais. Uma vez que a tragédia envolveu riscos que também deveriam ser gerenciados pelo processo de licenciamento ambiental, constituiu o estudo de caso analisado nesse trabalho.

Procedimentos metodológicos: O presente estudo consistiu de uma abordagem exploratória, qualitativa e descritiva de investigação. A coleta de dados foi realizada por meio de informações disponibilizadas *online* e os procedimentos metodológicos

envolveram análises documental e de conteúdo dos documentos componentes dos processos de licenciamento associados ao estudo de caso.

Inicialmente, levantou-se junto ao Sistema Integrado de Informações Ambientais (SIAM) de Minas Gerais, disponível em <http://www.siam.mg.gov.br/siam/processo/index.jsp>, os números dos processos que compunham o licenciamento da Barragem de Fundão. Para cada um dos processos identificados, foi realizado o *download* dos arquivos disponibilizados na plataforma SIAM, contendo os documentos dos processos de licenciamento, sendo o acesso realizado em agosto de 2017. Assim, a pesquisa se restringiu aos documentos disponibilizados nessa plataforma *online* e que são, portanto, os documentos de acesso para qualquer pessoa interessada. A relação dos processos e documentos analisados é apresentada na Quadro 2.

Quadro 2: Processos de Licenciamento referentes à Barragem de Fundão da Empresa Samarco S.A.

Nº do Processo	Fase do licenciamento	Documentos analisados
00015/1984/054/2006	Licença Prévia (LP)	- Estudo de Impacto Ambiental (EIA); - Relatório de Impacto Ambiental (RIMA); - Parecer Técnico FEAM.
00015/1984/061/2007	Licença de Instalação (LI)	- Plano de Controle Ambiental (PCA). - Parecer Técnico FEAM;
00015/1984/066/2008	Licença de Operação (LO)	- Parecer Único SUPRAM.
00015/1984/095/2013	Revalidação de LO	- Relatório de Avaliação de Desempenho Ambiental (RADA); - Parecer Único SUPRAM.
00015/1984/089/2012 – implantação de novo extravador da barragem de Fundão	Licença de Prévia concomitante com a Licença de Instalação - LI (LP+LI)	- Parecer Único SUPRAM.
015/1984/093/2012 – Otimização da Barragem de Rejeito do Fundão	Licença de Prévia concomitante com a Licença de Instalação - LI (LP+LI)	- Estudo de Impacto Ambiental (EIA); - Relatório de Impacto Ambiental (RIMA); - Parecer Técnico SUPRAM.
00015/1984/100/2013 – unificação das barragens de Germano e Fundão	Licença de Prévia concomitante com a Licença de Instalação - LI (LP+LI)	- Plano de Controle Ambiental (PCA). - Parecer Único SUPRAM.

*todos os documentos foram retirados do SIAM (<http://www.siam.mg.gov.br/siam/processo/index.jsp>), de acordo com o número do processo apresentado, sendo o acesso realizado em agosto de 2017.

Uma vez de posse desses documentos, foi realizada sua análise com o objetivo de identificar: no EIA, as possíveis alternativas levantadas para a construção da barragem, os impactos ambientais relatados, as medidas ambientais e o gerenciamento de risco; no PCA, as medidas ambientais e o gerenciamento de risco.

Adicionalmente, foram revisados os pareceres técnicos, as condicionantes das licenças ambientais e seus devidos documentos de comprovação de cumprimento, além do RADA envolvido no processo de renovação da licença de operação. A partir desses dados, foi procedida uma análise de como o gerenciamento de riscos foi conduzido ao longo do processo de licenciamento.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme afirmam Freitas, Silva e Menezes (2016), o processo de licenciamento ambiental relativo à barragem de Fundão, teve início no ano de 2005, sendo que a primeira LO obtida em 2008. Na ocasião do rompimento da barragem, essa licença se encontrava em processo de renovação. Estes fatos serão reforçados a seguir com a descrição de informações levantadas nos documentos analisados.

Conforme descrito no Quadro 2, o processo de licenciamento ambiental da Barragem de Fundão, no município de Mariana/MG, teve origem a partir da solicitação da LP por meio do Processo nº. 00015/1984/054/2006, cujo requerimento ocorreu em 29/11/2005 pela empresa Samarco Mineração S.A. A justificativa para o projeto de implantação da nova barragem foi associada ao aumento da produção de rejeitos pela operação de concentrador de minério adicional, com o conseqüente aumento na geração de rejeito arenoso e lama, provenientes do processo de extração do minério, conforme apontado pelo EIA/RIMA (BRANDT MEIO AMBIENTE, 2005a). Na ocasião, a barragem teve classificação de risco Classe III de acordo com os critérios da DN COPAM nº. 62/2002 (já apresentada no item 3). Ou seja, o empreendimento foi classificado no nível máximo de risco no que se refere a aspectos como a altura do maciço, volume do reservatório e ocupação humana a jusante da barragem.

Conforme descrito em seu RIMA já se encontrava estabelecido no Plano Diretor de ocupações de suas áreas a previsão de implantação de novas barragens para contenção dos rejeitos de concentração de minério (BRANDT MEIO AMBIENTE, 2005b). Isso se justificava pelos sucessivos acréscimos de produção, levando conseqüentemente ao aumento da geração de rejeitos, o que antecipou a necessidade de construção de uma nova barragem). Neste mesmo documento, a empresa afirma estar realizando estudos quanto à implantação e operação da Barragem do Fundão, em Mariana, porém não descreve os motivos da escolha do

local, nem os outros locais definidos como alternativa para instalação do empreendimento. Em síntese, os estudos de avaliação de impacto e discussão de viabilidade ambiental não apresentaram estudos que discutissem alternativas locais para a construção da barragem.

No projeto, a Samarco estabeleceu como método de construção de barragem de disposição de rejeitos o alteamento a montante, sendo este o método preferido pelas empresas mineradoras, sobretudo, devido ao baixo custo em relação a outros métodos. Para aumentar progressivamente a capacidade de acondicionamento dos rejeitos produzidos, a empresa adotou o método de alteamento (crescimento vertical) a montante da barragem. Pereira (2011, p. 5), esclarece que embora esse método seja um dos mais utilizados no país, principalmente em função de seu menor custo, ele tem como principais desvantagens a “baixa segurança, susceptibilidade a liquefação, possuir altura limitada, possibilidade de ocorrência de *piping* (erosão interna) entre dois diques”.

O EIA de Novembro/2005, elaborado para a instalação do empreendimento da Barragem do Fundão elencou os principais impactos ambientais decorrentes da etapa de implantação do empreendimento (BRANDT MEIO AMBIENTE, 2005a):

- Intensificação de processos erosivos e de assoreamento devido à retirada da cobertura vegetal sobre o solo nas áreas previstas para a realização das obras;
- Alterações nas propriedades do solo, sobretudo pela geração de resíduos;
- Alteração do nível de ruído ambiental como resultado das obras de terraplanagem, construção civil e movimentação de máquinas e equipamentos;
- Alteração da qualidade do ar devido à geração de material particulado provocada pela movimentação de máquinas e veículos em áreas não pavimentadas, além da própria geração de gases de combustão por esses veículos;
- Alteração da qualidade das águas pelo carreamento de sedimentos para os cursos d'água;
- Redução das formações florestais devido à supressão de vegetação;
- Redução da biodiversidade como resultado dessa supressão de vegetação, levando a redução da biodiversidade, florística e faunística.

Ainda no que se refere aos impactos ambientais, o EIA caracterizou a operação da barragem quanto à desestabilização de encostas, geração de erosão e assoreamento, dizendo que “o impacto real apresenta intensidade baixa, abrangência pontual, pois estarão com atuação restrita à ADA e intensidade desprezível. A incidência é direta, com tendência de regressão, sendo um impacto reversível” (BRANDT MEIO AMBIENTE, 2005a, p.188).

No processo de obtenção da LP, a empresa apresentou em seu EIA uma Avaliação Preliminar de Perigos da Operação (APPO) para a operação da Barragem do Fundão, onde um dos cenários acidentais seria um “grande rompimento da barragem com efeito dominó” (BRANDT MEIO AMBIENTE, 2005a, p. 214), cujas causas apontadas para tal cenário seriam: falha estrutural; manutenção inadequada; excesso de material assoreado; baixa capacidade de retenção; e chuvas excepcionais. Esse cenário traria como efeitos o carreamento de sólidos e lama nos cursos d’água, danos a instalações, além de ferimento e morte na população a jusante (BRANDT MEIO AMBIENTE, 2005a).

Apesar da gravidade do cenário previsto em caso de um rompimento, conforme especificado pela própria empresa em seu EIA, as medidas preventivas contemplavam somente o monitoramento periódico da estabilidade e do assoreamento da barragem, “com frequência mensal, no período de chuvas (entre Novembro e Março) e bimestral no período de estiagem” (BRANDT MEIO AMBIENTE, 2005a, p. 46), e a manutenção do sistema de extravazão. Essas medidas, na prática, não contavam com a efetiva participação dos órgãos ambientais para o monitoramento desse processo, o que reforça a limitação do exercício do Poder de Polícia Ambiental para que fosse consolidada a garantia do meio ambiente ecologicamente protegido (CESAR; CARNEIRO, 2016).

Nota-se, assim, que o EIA que fundamentou o requerimento de LP da Barragem de Fundão apontava o risco da situação que viria a ocorrer dez anos depois, mas sem o devido cuidado frente à gravidade de um evento dessa natureza. A este respeito, pontuam Cesar e Carneiro (2016) que, embora a Avaliação Preliminar de Perigos da Operação para a barragem tenha apontado tal cenário de risco, o mesmo não foi contemplado na Avaliação de Impactos Ambientais (AIA), o que revela uma fraqueza na qualidade dos estudos ambientais que alimentam o processo de licenciamento, comprometendo significativamente a gestão ambiental do Estado.

Cabe ressaltar ainda que conforme estabelecido pela DN COPAM nº 87/2005, os empreendimentos da mineração cujos rejeitos são acondicionados em barragens de contenção necessitam submeter-se a execução periódica de Auditorias Técnicas de Segurança, executada por profissionais legalmente habilitados. Durante a análise dos documentos disponibilizados do processo de licenciamento ambiental da Barragem de Fundão, não foi identificada a realização desse tipo de auditoria, fato que pode ter potencializado os riscos pela falta de cumprimento dos processos legalmente estabelecidos para a gestão de riscos em empreendimentos deste segmento.

Segundo o Parecer Técnico da Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) relativo ao requerimento de LP para construção da Barragem do Fundão, os impactos potenciais decorrentes das obras civis de implantação e na fase de operação do empreendimento foram considerados mitigáveis, razão pela qual o processo foi deferido (FEAM, 2007).

Dando continuidade ao seu processo de licenciamento ambiental, a empresa Samarco requereu junto ao órgão ambiental a LI em 11/05/2017, Processo nº. 015/1984/061/2007, que, posteriormente, foi concedida com prazo de validade de 2 anos. No PCA elaborado, a empresa destaca a metodologia de construção da Barragem de Fundão que, de acordo com o referido documento, iria “[...] apresentar uma estrutura principal de barramento, constituída pelo Empilhamento de Rejeitos Arenosos (ERA), mantém a água sempre afastada da crista do barramento em função da existência e manutenção dos seguintes dispositivos: extensa praia de rejeitos formada a montante do talude de jusante; drenabilidade natural do material; sistema de drenagem interno (drenos de fundo); e a eliminação das águas superficiais pelo sistema extravasor” (BRANDT MEIO AMBIENTE, 2007, p. 44). Ainda de acordo com este documento, a utilização deste tipo de dispositivo permite uma operação muito mais segura, devido aos baixos níveis piezométricos no interior do maciço, fazendo que no caso de um possível problema estrutural, o material imediatamente a montante, por apresentar um baixo teor de umidade, quase seco, não iria fluir para jusante (BRANDT MEIO AMBIENTE, 2007).

Para complementar, o PCA apresenta, “[...] o rejeito arenoso apresenta boa resistência ao cisalhamento e a lama não. Assim, sua disposição separadamente e a montante da lama também é otimizada do ponto de vista da segurança da estrutura. Além da própria característica drenante do material, o ganho em capacidade de

suporte da praia de rejeitos e resistência também é diretamente favorecido pelos drenos de fundo de elevada capacidade que serão instalados na porção inferior dos talwegues, internos ao reservatório de rejeitos. Estes drenos têm a função de receber a totalidades da água de lançamento da polpa de rejeitos, mantendo o material sempre na condição seca” (BRANDT MEIO AMBIENTE, 2007, p. 44).

A LO para a barragem de contenção de rejeitos, por sua vez, foi requerida pela Samarco em 07/05/2008, por meio do Processo nº. 015/1984/066/2008. Conforme disposto no Parecer Único da Superintendência Regional de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais sobre a LO, o projeto inicial da barragem era composto da instalação de três diques para contenção de rejeitos, sendo um para rejeito arenoso e os outros dois para estocagem de lama. Posteriormente, houve uma modificação no projeto inicial, tendo sido eliminado um dos diques e a barragem passou a ser composta por apenas dois diques, um para rejeito arenoso e outro para lama (SUPRAM, 2008).

Novamente, tal como se verifica em outras etapas do processo de licenciamento, na LO, a empresa Samarco apresentou como proposta para minimizar os riscos ambientais da operação da barragem, no que tange ao impacto da desestabilização de encostas, geração de erosão e assoreamento, medidas de monitoramento da barragem, uma vez que, segundo a empresa, esses impactos decorrem da ação de águas pluviais sobre o material inconsolidado ou sobre as áreas cuja superfície encontra-se desnuda. Diante das considerações da empresa, o parecer do órgão ambiental licenciador conclui pela autorização da LO, desde que atendidas algumas condicionantes, entre as quais destaca-se a necessidade de execução de “auditoria na Barragem do Fundão, por profissional legalmente habilitado, com apresentação de laudo a FEAM, que sintetize as condições de segurança do corpo da barragem, a eficiência do vertedor e a metodologia adotada para o diagnóstico” (SUPRAM, 2008, p. 16).

Em 28/03/2011, foi realizado um adendo ao processo de LO da Barragem do Fundão, ocasião em que foi solicitado pela empresa Samarco um pedido de supressão de vegetação e intervenção em Área de Preservação Permanente (APP) para operação da barragem. Dentre os impactos sobre o meio ambiente especificados com essa supressão, destaca-se a exposição do solo a efeitos decorrentes de eventos físicos, químicos e biológicos, resultante da retirada da camada superficial do solo. A

empresa Samarco apresentou como medida mitigadora para este impacto o tratamento dado ao material oriundo dessa supressão.

A revalidação da LO da Samarco Mineração para a Barragem do Fundão foi avaliada por meio do Processo nº. 015/1984/095/2013. Neste processo, também foi solicitada novamente supressão de vegetação. Ainda nesse processo, foi proposto o alteamento da barragem para atendimento à demanda de produção da mineradora (SIAM, 2013). Conforme pode ser observado tanto no Parecer Único nº 257/2013 da SUPRAM que concede a revalidação da LO, como também no RADA, a questão do risco de rompimento da barreira e eventuais ações preventivas não foram apresentadas, nem constituíram um elemento de monitoramento por parte da empresa e dos órgãos ambientais. Evidencia-se, assim, que apesar da revalidação da LO ter requerido o alteamento da barragem e, conseqüentemente, ter levado ao acondicionamento de um maior volume de rejeitos, a questão da segurança da barragem foi negligenciada, seja pela empresa, seja pelos órgãos ambientais que não tiveram o cuidado necessário com esse aspecto de risco do empreendimento.

A este respeito, o relatório pela ONG Justiça Global pontua que “o processo de revalidação da licença de operação da barragem do Fundão, ao desconsiderar os riscos de rompimento apontados no laudo da instituição contratada, revela também a negligência do Estado com os procedimentos administrativos de prevenção a riscos ambientais. O licenciamento ambiental é uma forma de mitigar os efeitos, controlar os danos e minimizar os riscos que o empreendimento oferece à população e ao meio-ambiente” (JUSTIÇA GLOBAL, 2016, p. 11).

Continuando com os processos relacionados à Barragem de Fundão, a partir do Processo nº. 015/1984/093/2012 de 12/09/2013, foi requerida pela empresa Samarco a aprovação um projeto de otimização da Barragem de Rejeito do Fundão, a partir da maximização de sua capacidade de armazenamento de rejeitos nas barragens já existentes, com a implantação de um empilhamento de rejeito arenoso a jusante até a elevação 920,0 m (SUPRAM, 2013). No parecer da Supram sobre este pedido, foram identificados os riscos relativos a essa modificação no empreendimento, destacando-se a “alteração da paisagem, com alteração da cobertura do solo e possível ocorrência de processos erosivos” (SUPRAM, 2013, p.14). As alterações propostas pela empresa foram deferidas pelo órgão ambiental, com a emissão de LP+LI. Da mesma forma, por meio do Processo 00015/1984/089/2012, foi requerida

a LP+LI para implantação de novo extravasor da barragem de Fundão, sendo também deferida pelo órgão ambiental, sem novidades quanto ao gerenciamento de riscos.

Neste ano ainda, por meio do Processo 015/1984/100/2013, a empresa Samarco Mineradora requereu junto aos órgãos ambientais licença para unificação das barragens de Germano e Fundão. Nesse empreendimento, a Samarco tinha o objetivo de realizar o alteamento das barragens para 940m, proporcionando uma maximização no seu volume de armazenamento. O PCA, apresentado pela Samarco na ocasião do requerimento da LP + LI, descreveu que seriam realizadas inspeções periódicas como parte do Programa de Monitoramento Geotécnico das Barragens Germano e Fundão, além da instalação de indicadores de nível d'água, marcos superficiais de deslocamento e piezômetros como forma de monitorar a segurança nessas barragens (SETE, 2013). A referida licença (LP+LI) para execução do projeto de unificação das barragens de Germano e Fundão foi concedida à Samarco em 26/05/2015, de modo que, a partir de então, a empresa encontrava-se apta em realizar todas as modificações expressas no processo de licenciamento.

Milanez e Losekann (2016), ao analisarem o processo de licenciamento ambiental da Samarco acerca das barragens de Germano e do Fundão, pontuam que as intervenções propostas tanto no projeto de otimização da Barragem de Rejeito do Fundão com a maximização de sua capacidade de armazenamento de rejeitos e o projeto de unificação das barragens de Germano e Fundão estavam sendo realizadas no período em que ocorreu o rompimento da barragem e a consequente tragédia. Esses mesmos autores afirmam que ambos os projetos visavam ampliar a capacidade de armazenamento dos rejeitos, a partir do aumento de sua vida útil, sendo tal intervenção mais barata, rápida e eficiente do que a construção de uma nova barragem. Contudo, dada a necessidade de intervenção junto às estruturas dessas barragens e o volume de rejeitos depositados, esses projetos eram potencialmente mais perigosos e destruidores, tal como se mostrou com a ocorrência da tragédia.

Lacaz, Porto e Pineiro (2016) apontam que países como Brasil, onde ainda impera um modelo de neoextrativismo, os direitos sociais, trabalhistas e ambientais encontram-se significativamente fragilizados e, por vezes, são desrespeitados. Neste cenário, os riscos relativos às atividades extrativistas são negligenciados, a partir da deficiência na gestão e no monitoramento dessas empresas, o que leva à degradação ambiental e mortes. Esses autores explicam ainda que o processo de licenciamento ocorre, muitas vezes, de forma rápida, dada a influência exercida pelo poder

econômico dessas empresas que, aliando-se a grande fragilidade técnica e política dos órgãos públicos, faz com que não se aprofunde adequadamente nas questões de segurança e nos riscos envolvidos em decorrência das atividades extrativistas.

Ao longo da análise de todo o processo de licenciamento da Barragem de Fundão é possível verificar que, desde a obtenção da primeira licença até o desastre, diversas mudanças na estrutura da barragem de Fundão foram realizadas e que o mesmo ocorreu a partir da segregação de distintas etapas, de modo que foi apresentado no período um grande número de diferentes EIA/RIMA para o empreendimento, visto que a cada projeto de ampliação ou alteração de infraestrutura, era necessária a elaboração de um novo estudo. A este respeito, afirmam Milanez e Losekann (2016, p.67) que “esse tipo de abordagem configura uma estratégia de fragmentação do processo de licenciamento, orientado ao subdimensionamento dos impactos gerados e do número de grupos atingidos, compreendendo-os separadamente e como especificidades de cada projeto ou obra. Não se debate, em nenhum momento, de maneira integrada o complexo mineiro-industrial da Samarco e seus impactos socioambientais [...] Deste modo, igualmente se fragmenta o debate com a sociedade em diferentes audiências, dificultando o controle e acompanhamento social dos processos de licenciamento, dos programas de mitigação, compensação e monitoramento apresentados e das condicionantes exigidas”.

Após a ocorrência da tragédia do rompimento da Barragem do Fundão, da empresa Samarco, surgiram diversas suspeitas quanto ao processo de licenciamento ambiental da empresa. Segundo levantamentos preliminares de uma força-tarefa do Ministério Público do Estado de Minas Gerais, existe suspeita de irregularidades na obtenção dos respectivos licenciamentos ambientais para a Barragem do Fundão, que vão desde fraude de documentos, omissão de dados em relatórios técnicos, descumprimento de condicionantes expressos nos processos de licenciamento, entre outros (CAOMA, 2016).

Apesar de parecerem serem múltiplas as causas que levaram ao rompimento da Barragem do Fundão, é certo que, conforme afirmam Milanez e Losekann (2016), esse fato expõe a fragilidade e a fragmentação do processo de licenciamento ambiental no país, além de demonstrar as inúmeras falhas existentes no controle de monitoramento de barragens. Isso exige do poder público, órgãos ambientais e sociedade uma reflexão profunda acerca do tema, visto que o país conta com diversas

outras barragens que, pela fragilidade do processo de licenciamento, podem apresentar risco de rompimento.

Por fim, reporta-se ao que afirmou o procurador Carlos Eduardo Pinto, do Ministério Público de Minas Gerais, um dos responsáveis pelas investigações da tragédia, que caracterizou todo o processo de licenciamento ambiental da barragem de Fundão como sendo “uma colcha de retalhos cheia de inconsistências, omissões e graves equívocos” (PORTAL G1, 2016).

Cabe ainda ser relatado que, após a tragédia de Mariana, foram trazidas novidades sobre o gerenciamento de risco no estado de Minas Gerais por meio da promulgação da Lei Estadual nº 21.972/2016, de 21 de janeiro de 2016. Entre outras medidas, essa lei estabeleceu um tratamento mais rigoroso quanto a empreendimentos que possam colocar vidas humanas em grave risco, como é o caso de barragens, com a exigência da elaboração e implementação do Plano de Ação de Emergência, do Plano de Contingência e do Plano de Comunicação de Risco. Lamentavelmente, essas exigências foram postas somente após o acidente de Mariana, ou mesmo em função dele devido a possíveis negligências no processo de licenciamento ambiental, mas o que se espera é que tal iniciativa seja suficiente para oferecer mais segurança e uma melhor gestão de riscos. Mas parece que tudo continuou no papel, diante do episódio repetido do rompimento barragem da Mina Córrego do Feijão em Brumadinho.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante relatar que a análise realizada por esse trabalho baseou-se em informações contidas nos documentos disponibilizados por meio do SIAM. É uma limitação para a pesquisa, mas, se, por ventura, existem outros documentos não digitalizados e não disponibilizados relacionados ao processo de licenciamento da Barragem de Fundão, estes deveriam ser públicos e de acesso a qualquer cidadão.

A partir das informações levantadas nessa pesquisa, pode-se verificar que o risco de rompimento da Barragem de Fundão aparece mesmo que timidamente nos documentos e estudos do processo de licenciamento, mas verificou-se que este não foi gerenciado com a devida cautela, tanto por parte do empreendedor como por parte do órgão ambiental, apontando uma fragilidade do sistema de licenciamento ambiental mineiro no que diz respeito ao gerenciamento de risco. O licenciamento da Barragem

de Fundão revela ainda outra deficiência do licenciamento já que os estudos de avaliação de impacto não discutiram alternativas de localização e tecnológicas para a barragem. A discussão de alternativas, sejam locacionais ou de arranjos do empreendimento, poderia ter contribuído com a redução do risco, uma vez que lugares mais adequados e arranjos mais seguros poderiam ter sido avaliados.

Dada a dimensão dos riscos que caracterizam a atividade mineradora bem outros tipos de atividades, é primordial que o processo de licenciamento ambiental e demais mecanismos de controle ofereçam segurança e garantia de uma gestão de riscos responsável na tentativa de evitar novas tragédias, sejam elas como a de Mariana ou como a de Brumadinho.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, I., M.; JACKSON FILHO, J. M.; VILELA, R. A. G. Razões para investigar a dimensão organizacional nas origens da catástrofe industrial da Vale em Brumadinho, Minas Gerais, Brasil.

Cadernos de Saúde Pública, v. 35, n.4, p.e00027319, 2019.



ANCOLD – AUSTRALIAN NATIONAL COMMITTEE ON LARGE DAMS. **Guidelines on Tailings Dam Design, Construction and Operation**. Australian National Committee on Large Dams, 1999. 53p.

BLIGHT, G. E. **Construction of Tailings Dams**. Case Studies on Tailings Management, International Council on Metals and the Environment (ICME), p.9-10, 1998.

BRANDT MEIO AMBIENTE. **Estudo de Impacto Ambiental**. Barragem do Fundão, 2005a.

BRANDT MEIO AMBIENTE. **Relatório de Impacto Ambiental**. Barragem do Fundão, 2005b.

BRANDT MEIO AMBIENTE. **Relatório de Controle Ambiental**. Barragem do Fundão, 2007

CAOMA - CENTRO DE APOIO OPERACIONAL DAS PROMOTORIAS DE JUSTIÇA DA DEFESA DO MEIO AMBIENTE, DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E CULTURAL E DA HABITAÇÃO E URBANISMO. **Relatório de Atividades da Força-Tarefa do MPMG**. Belo Horizonte: MPMG, 2016.

CASTRO, A. L. C. **Glossário de defesa civil: estudo de riscos e medicina de desastres**. Brasília: MPO/ Departamento de Defesa Civil, 1998. 283 p.

CESAR, P. S. M.; CARNEIRO, R. A gestão ambiental em Minas Gerais: uma análise do sistema de gestão ambiental e do rompimento da barragem de rejeitos em Mariana. **Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo**, v. 2, n. 2, p.192-217, 2017. Disponível em: <www.relise.eco.br/index.php/relise/article/download/66/61>. Acesso em: 10 ago. 2017.

CNI – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Mineração e economia verde**. Brasília: CNI, 2012. 69 p.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. Brasília: Diário Oficial da União, 17 fev. 1986.

_____. **Resolução nº 009, de 06 de dezembro de 1990**. Brasília: Diário Oficial da União, 28 dez. 1990a.

_____. **Resolução nº 010, de 06 de dezembro de 1990**. Brasília: Brasília: Diário Oficial da União, 28 dez. 1990b.

_____. **Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997**. Brasília: Diário Oficial da União, 22 dez. 1997.

COPAM – CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL DE MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa Nº 62, de 17 de dezembro de 2002**. Belo Horizonte: Minas Gerais, 21 dez. 2002.

_____. **Deliberação Normativa Nº 87, de 17 de julho de 2005**. Belo Horizonte: Minas Gerais, 18 jun. 2005.



CURI, A. **Lavras de Minas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017. 462p.

DITR – DEPARTMENT OF INDUSTRY, TOURISM AND RESOURCES. **Tailings Management – Leading Practice Sustainable Development Program for the mining Industry**. Department of Industry, Tourism and Resources – Australian Government, 2007. 73p.

DME – DEPARTMENT OF MINERALS AND ENERGY. **Guidelines on the Development of in Operating Manual For Tailings Storage**. Government of Australia, 1998. 33p.

DNRM – DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES AND MINES. **Queensland Dam Safety Management Guidelines**. Department of Natural Resources and Mines. State of Queensland, 2002. 74p.

FARIA, M.; BOTELHO, M. O Rompimento da barragem de Fundão em Mariana, Minas Gerais, Brasil: a incubação de um acidente organizacional. *Revista Portuguesa de Saúde Ocupacional*, v.5, p.73-85, 2018.

FEAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Parecer Técnico DIMIM 005/2007**. 2007

FREITAS, C. M.; SILVA, M. A.; MENEZES, F. C. O desastre na barragem de mineração da Samarco - fratura exposta dos limites do Brasil na redução de risco de desastres. **Ciência e Cultura**, v.68, n.3, p.25-30, 2016.

IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Lauda Técnico Preliminar: Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais**. Brasília: IBAMA, 2015.

JESUS, D. T. Possibilidade de responsabilização criminal de pessoa jurídica por crime ambiental. **REIVA**, v.2, n.03, 8p., 2019. Disponível em: <<http://reiva.emnuvens.com.br/reiva/article/view/90>>. Acesso em: 22 dez. 2020.

JUSTIÇA GLOBAL. **Vale de lama: Relatório de inspeção em Mariana após o rompimento da barragem de rejeitos do Fundão**. 2016. Documento eletrônico. Disponível em: <<http://www.global.org.br/wp-content/uploads/2016/03/Vale-de-Lama-Justi--a-Global.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2017.

LACAZ, F. A. C.; PORTO, M. F. S.; PINHEIRO, T. M. M. Tragédias brasileiras contemporâneas: o caso do rompimento da barragem de rejeitos de Fundão/Samarco. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v.42, n.9, p.1-12, 2017.

LOPES, L. M. N. O rompimento da barragem de Mariana e seus impactos socioambientais. **Sinapse Múltipla**, v.5, n.1, p.1-14, 2016.

LOPES, J. A. O.; HELLER, LEO. Explanatory matrices on the causes of a tailing dam collapse in Brazil: the (dis)articulation of epistemes. **Risk Analysis**, v.40, p.1, 2020.

MCMPR – MINISTERIAL COUNCIL ON MINERAL AND PETROLEUM RESOURCES. **Strategic Framework for Tailings Management**. Ministerial Council on Mineral and Petroleum Resources, Minerals Council of Australia, 2003. 23p.

MI – MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Política Nacional de Defesa Civil**. Brasília: MI, 2007.

MILANEZ, B.; LOSEKANN, C. (Org.). **Desastre no vale do Rio Doce: Antecedentes, impactos e ações sobre a destruição**. Rio de Janeiro: Folio Digital Letra e Imagem, 2016.

NEVES, P. C. P.; SCHENATO, F.; BACHI, F. A. **Introdução à mineralogia prática**. 2ª edição. Canoas: EDULBRA, 2008.

OLIVEIRA, J. B. V. R. **Manual de operação de barragens de contenção de rejeitos como requisito essencial ao gerenciamento dos rejeitos e à segurança de barragens**. 2010. 165f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010.

PENMAM, A. D. M. **The need for dam safety**. Case Studies on Tailings Management. International Council on Metals and Environment (ICME), 1998, p. 5-6.

PEREIRA, N. R. **Conselho Estadual de Política Ambiental: análise do seu funcionamento e das suas relações com o contexto das políticas ambientais do estado de Minas Gerais**. 2011. 126f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

PORTAL G1. **MP aponta falta de projeto executivo de barragem em fase inicial de licença** (17/01/2016). Documento eletrônico. Disponível em: <<http://g1.globo.com/minas-gerais/desastre-ambiental-em-mariana/noticia/2016/01/mp-aponta-falta-de-projeto-executivo-de-barragem-em-fase-inicial-de-licenca.html>>. Acesso em: 10 out. 2017.

REZENDE, E.; SILVA, V. V. C. De Mariana a Brumadinho: a efetividade da responsabilidade civil ambiental para a adoção das medidas de evacuação. **Revista do Direito**, v.1, n.57, p.160-181, 2019.

SAMARCO. **Sobre a Samarco**. 2014. Documento eletrônico. Disponível em: <<http://www.samarco.com/a-samarco/>>. Acesso em: 10 ago. 2017.

SETE. **Plano de Controle Ambiental**. Projeto unificação a alteamento das barragens de rejeito Germano e Fundão – Complexo Minerador de Germano-Alegria, 2013.

SIAM – SISTEMA INTEGRADO DE INFORMAÇÃO AMBIENTAL. **Parecer Único SIAM**. Licença Prévia e de Instalação Concomitantes. SUPRAM, 04/09/2013. 2013.

SUPRAM – SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE REGULARIZAÇÃO AMBIENTAL CENTRAL METROPOLITANA. **Parecer Único SUPRAM de 08/09/2008**. Belo Horizonte: SUPRAM, 2008.



_____. **Parecer Único nº 257/2013**. Belo Horizonte: SUPRAM, 2013.

ZHOURI, A.; VALENCIO, N.; OLIVEIRA, R.; ZUCARELLI, M.; LASCHEFSKI, K. I.; SANTOS, A. F. O desastre da Samarco e a política das afetações: classificações e ações que produzem o sofrimento social. **Ciência e Cultura**, v.68, n.3, p.36-40, 2016.