



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA - CAMPUS I
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE – CCBS
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

HAYANNE ARAUJO DA COSTA

**IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS EM DECORRÊNCIA DO
ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO NO MUNICÍPIO DE
MARIANA- MG NA PERSPECTIVA DA MÍDIA NACIONAL**

CAMPINA GRANDE - PB

Setembro de 2016

HAYANNE ARAUJO DA COSTA

**IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS EM DECORRÊNCIA DO
ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO NO MUNICÍPIO DE
MARIANA- MG NA PERSPECTIVA DA MÍDIA NACIONAL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação
Bacharelado em Ciências Biológicas
da Universidade Estadual da
Paraíba, como requisito à obtenção
do título de Bacharel em Ciências
Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Monica
Maria Pereira da Silva.

CAMPINA GRANDE - PB

Setembro de 2016

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

C837i Costa, Hayanne Araújo da.
Impactos ambientais causados em decorrência do rompimento da Barragem de Fundão no município de Mariana-MG na perspectiva da mídia nacional [manuscrito] / Hayanne Araújo da Costa. - 2016.
60 p. : il. color.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2016.
"Orientação: Profa. Dra. Monica Maria Pereira da Silva, Departamento de Ciências Biológicas".

1. Impactos ambientais. 2. Desastre ambiental. 3. Barragem de Fundão. 4. Samarco. I. Título.

21. ed. CDD 363.7

HAYANNE RAUJO DA COSTA

**IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS EM DECORRÊNCIA DO
ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO NO MUNICÍPIO DE
MARIANA- MG NA PERSPECTIVA DA MÍDIA NACIONAL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação
Bacharelado em Ciências Biológicas
da Universidade Estadual da
Paraíba, como requisito à obtenção
do título de Bacharel em Ciências
Biológicas.

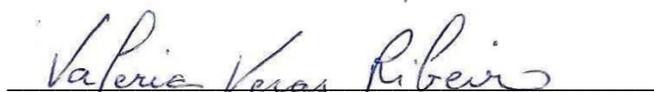
Aprovado em: 26 de setembro de 2016



Profa. Dra. Monica Maria Pereira da Silva.
Orientadora – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Estadual da
Paraíba - UEPB



Profa. Dra. Luciene Gonçalves Rosa
Analista ambiental na Coordenadoria de Meio Ambiente (COMEA) /Secretaria de Meio
Ambiente do Município de Campina Grande



Profa. Dra. Valeria Veras Ribeiro
Professora do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Estadual da
Paraíba – UEPB

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a Deus, pois sem ele nada seria possível em minha vida.

Agradeço a Universidade Estadual da Paraíba e a todos os meus professores por ter me proporcionado o conhecimento ao longo da minha graduação em Ciências Biológicas.

A minha família por todo apoio, especialmente a minha mãe Darli Jane que sempre me deu forças pra continuar, ao meu pai José Lourival por me ensinar a lutar pelos meus objetivos e ao meu irmão Harison Araújo por todo carinho.

Ao meu marido Bruno Soares, por estar ao meu lado todos esses anos, acompanhando minha trajetória tendo muita paciência quando deixava de estar ao seu lado para me dedicar aos estudos, pela força, compreensão, carinho e amor.

Agradeço imensamente a minha turma que mais parece uma família, Rebeca Kianny, Fernanda Silva, Laís Barros, Graciele de Barros, Hugo Rego, Pablo e Anderson que mesmo não pagando disciplinas conosco, sempre estava presente. Quero dizer que vocês moram no meu coração e obrigada por me aguentarem!

A profa. Monica Maria por ter me acolhido de braços abertos e ter me dado a honra de ser sua orientanda. Sou grata pelo seu empenho, paciência e dedicação na construção desse projeto. Muitíssimo obrigada!

E a todos que torceram por mim.

“Quando se fere a Terra, machuca e fere também os filhos e filhas da Terra”.

(A carta da Terra).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estado de Minas Gerais em destaque o Município de Mariana.....	26
Figura 2 – Barragem de Fundão antes do rompimento ocorrido em novembro de 2015.	27
Figura 3. Trajetória da lama após o rompimento da Barragem de Fundão no município de Mariana – MG em novembro de 2015.....	33

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Abrangência dos impactos diretos que uma atividade pode gerar segundo a Resolução do CONAMA	18
Quadro 2. Principais empreendimentos que são exigidos o licenciamento ambiental segundo a Resolução CONAMA nº 237/97 anexo I.	19
Quadro 3. Principais leis, decretos e resoluções relacionadas à Avaliação de Impacto Ambiental.....	22
Quadro 4. Principais impactos negativos em decorrência do rompimento de barragens no mundo.....	23
Quadro 5. Níveis de perigo para os seres humanos baseado na profundidade.....	24
Quadro 6. Níveis de alerta avaliados de acordo com a alteração sofrida na barragem	25
Quadro 7. Principais meios de comunicação selecionados para identificação dos impactos ambientais.....	28
Quadro 8. Principais documentos publicados selecionados para identificação dos impactos ambientais.....	28
Quadro 9. Principais impactos decorrentes do rompimento da Barragem de Fundão, Mariana –MG, 2015 – 2016 através da mídia e a respectiva natureza.....	39
Quadro 10. Matriz de avaliação de impacto ambiental referente ao rompimento da Barragem de Fundão, Mariana –MG, 2015 – 2016.....	41
Quadro 11. Matriz de avaliação de impacto ambiental expondo medidas mitigadoras e compensatórias para os impactos ambientais negativos decorrentes do rompimento da Barragem Fundão em Mariana –MG, avaliados no quadro 10.....	42

RESUMO

IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS EM DECORRÊNCIA DO ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO NO MUNICÍPIO DE MARIANA- MG NA PERSPECTIVA DA MÍDIA NACIONAL

A mineração constitui uma das principais atividades econômicas, contribuindo de forma expressiva no desenvolvimento econômico de um país, no entanto, altera consideravelmente a dinâmica do meio ambiente, requerendo avaliação de impacto ambiental, de modo a prevenir e/ou mitigar os possíveis efeitos adversos inerentes a esta atividade, como também avaliação de riscos e Plano de Ação Emergencial para amortizar a sua frequência e significância, especialmente em caso de acidente, como ocorreu com o Rompimento da Barragem de Fundão em Mariana-MG. Neste contexto, o principal objetivo deste estudo foi avaliar os impactos ambientais causados em decorrência do rompimento da Barragem de Fundão localizada no município de Mariana - MG, evidenciados pela mídia nacional, verificando as possíveis causas e alternativas. Para identificar os impactos ambientais acarretados pelo rompimento da Barragem de Fundão, optou-se por uma pesquisa qualitativa, do tipo documental. Os dados foram coletados a partir de reportagens publicadas na mídia falada e escrita (sites, revistas, jornais e telejornais), no período de outubro de 2015 a março de 2016, como também documentos publicados sobre o tema deste estudo (relatório, dossiê, laudos técnicos), no mesmo período. Através de *Checklist* foram selecionados quatro exemplares de cada meio de comunicação e identificados os principais impactos positivos e negativos. Posteriormente, foram analisados e avaliados de acordo com a matriz de avaliação de impactos ambientais. Os principais responsáveis pelos impactos negativos decorrentes da mineração são as escavações e o alto volume de rejeitos nos quais acarretam sérios danos ao meio ambiente suprimindo a vegetação local e até impedindo a sua regeneração, prejudicando o solo quando removem a porção fértil superficial. Todos esses impactos provocaram sérias consequências aos ecossistemas, como extinção de espécies da flora e fauna, destruição ou redução dos habitats. No Estado de Minas Gerais a mineração é considerada a atividade econômica mais prejudicial aos recursos hídricos, causando a perda definitiva de aquíferos e o desaparecimento de nascentes, e como consequência, reduzem os lençóis freáticos e a contaminação dos cursos de água. A ausência de um plano de emergência da empresa SAMARCO contraria a legislação federal e não condiz com que os gestores vêm informando na mídia. O acidente com o rompimento da Barragem de Fundão gerou “ o maior desastre ambiental do Brasil”, atingindo de forma adversa, os diferentes sistemas ambientais. Essa tragédia destruiu os valores materiais e imateriais da população e não se restringiu apenas a objetos perdidos, como também aos bens culturais. Portanto, foram diversos danos gerados ao meio ambiente e à sociedade que requererão décadas para possível recuperação, outros serão irreversíveis. A mídia nacional, porém, evidencia os impactos negativos sociais, subestimando os ambientais.

Palavras chave: Barragem de Fundão, rejeitos, mineração, Samarco, Desastre Ambiental.

ABSTRACT

ENVIRONMENTAL IMPACTS CAUSED AS A RESULT OF THE BREACH FUNDÃO DAM IN MARIANA- MG MUNICIPALITY IN PERSPECTIVE OF NATIONAL MEDIA

Mining is one of the main economic activities, contributing significantly in the economic development of a country, however, considerably changes the dynamics of the environment, requiring an environmental impact assessment, in order to prevent and or mitigate the possible adverse effects inherent this activity, as well as risk assessment and Emergency Action Plan to amortize their frequency and significance, especially in case of an accident, as happened with the disruption of Fundão Dam in Mariana, Minas Gerais. In this context, the aim of this study was to evaluate the environmental impacts due to the disruption of Fundão Dam located in the municipality of Mariana - MG, evidenced by the national media, checking the possible causes and alternatives. To identify the environmental impacts caused by the disruption of Fundão Dam, we opted for a qualitative research, document type. Data were collected from reports published in the broadcast media and writing (websites, magazines, newspapers and TV news), from October 2015 to March 2016, as well as documents published on the subject of this study (report, dossier, reports technical) in the same period. Through Checklist were selected four copies of each medium and identified the main positive and negative impacts. Subsequently were analyzed and evaluated according to the matrix of environmental impact assessment. The main responsible for the negative impacts of mining are the excavations and the high volume of waste in which cause serious damage to the environment by suppressing the local vegetation and even preventing its regeneration, damaging the ground when removing the surface fertile portion. All these impacts caused serious consequences to ecosystems, such as the extinction of species of flora and fauna, destruction or reduction of habitats. In the state of Minas Gerais mining is considered the most harmful economic activity to water resources, causing permanent loss of aquifers and the disappearance of springs, and as a result, reduce groundwater and contamination of watercourses. The lack of an emergency plan SAMARCO company contradicts federal law and dismissive that managers have been telling the media. The accident with the disruption of Fundão Dam generated "the greatest environmental disaster in Brazil," reaching adversely, different environmental systems. This tragedy has destroyed the material and immaterial values of the population and not only restricted the lost objects, as well as to cultural goods. So were many damage caused to the environment and society that will require decades to possible recovery, others are irreversible. The national media, however, shows the negative social impacts, underestimating the environmental.

Keywords: Dam Fundão, waste, mining, Samarco, Environmental Damage.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	13
2.1 Geral:	13
2.2 Específicos:.....	13
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
4 METODOLOGIA	26
4.1 Área de Estudo	26
4.2 Caracterização do objeto de estudo	27
4.3 Amostragem e Análise dos dados.....	27
4.4 Considerações Éticas	29
5. RESULTADO E DISCUSSÃO	30
5.1 Atividades desenvolvidas pela empresa SAMARCO: impactos e riscos ambientais.	30
5.2. Impactos ambientais provocados pelo rompimento da Barragem de Fundão, segundo a mídia falada e escrita.	35
6. CONCLUSÃO	47
REFERÊNCIAS	49

1 INTRODUÇÃO

A mineração e agricultura são as principais atividades econômicas consideradas as mais básicas que contribuem de forma significativa para o desenvolvimento econômico da região e também as que alteram consideravelmente o equilíbrio do meio ambiente. Essas e outras atividades como construções civis, depósitos de dejetos pelas indústrias, aumento de CO₂ na atmosfera pelos transportes, produção de energia e exploração demasiada de florestas, contaminações de terrenos e córregos pelo acúmulo de resíduos sólidos, são responsáveis por quase todos os impactos ambientais negativos existentes no planeta (FARIAS, 2002; SILVA, 2007).

O artigo 225 da Constituição Federal, parágrafo 2º impõe que qualquer um que explore os recursos minerais do ambiente fica obrigado a recuperá-lo de acordo com a solução técnica exigida pelo órgão público competente. O artigo 2º, inciso IX da Lei na resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) de 1986 determina que é necessário um estudo de impacto ambiental com seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) a ser encaminhado para órgão estadual competente e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA), visando o devido licenciamento para atividades que realizem extração de minério, inclusive os da classe II, definidas no Código de Mineração (BRASIL, 2008).

A imagem do meio ambiente faz refletir entre outras coisas a dimensão do crescimento populacional nas áreas urbanas, acarretando mais degradação ambiental. Grandes impactos negativos foram provocados pela sociedade consumista (sociedade do “ter”), visando cada vez mais lucro e deixando de lado as condições ambientais. O ser humano não tem visão de que faz parte do planeta e que se a terra perecer, todos os seres padecerão (SILVA, 2016).

Atualmente, as pessoas apresentam-se mais conscientes sobre as questões ambientais do nosso planeta, exigindo que as empresas adotem medidas preventivas e ou/ mitigadoras para não causar ou amenizar os impactos ambientais decorrentes de suas atividades, oferecendo um ambiente mais propício para vida incluindo as próximas gerações (ARAÚJO; VETTORAZZI, 2010; SANCHES, 2000).

Comumente, o sistema capitalista impede que algumas medidas sejam tomadas para prevenção de catástrofes ambientais, dificultando as práticas socioambientais. A compreensão da economia usual, os benefícios e os custos são contabilizados pela economia interna de uma empresa ou algum negócio, não levam em consideração os

custos ambientais, como a extinção de espécies, e não contam como prejuízo interno. O progresso científico de tecnologias que podem ajudar e até evitar grandes impactos ambientais negativos requer tempo e dinheiro (SILVA, 2016).

Muitos países que nos últimos anos se desenvolveram e conseguiram competir com os mais avançados, tendo por base conhecimentos e inovações industriais locais, não evitaram problemas sobre a saúde, por prevalecer o interesse dos empresários em obtenção de lucros (GADELHA, 2006).

Segundo Cano (2012) os países para ter bom desenvolvimento econômico necessitem crescer mais que qualquer outro setor, implantando áreas para os bens de capital para que assim, avancem nas exportações e melhorem as contas externas. Segundo o mesmo autor não há na história países que tenham se desenvolvido prescindindo a industrialização. Segundo Sanchez (1994) qualquer operação industrial contém riscos seja de vazamento, explosões, liberação acidental de poluentes, contaminação de rios, córregos e do solo, assim como riscos ambientais prejudiciais à saúde humana ou à integridade dos ecossistemas (SANCHEZ, 1994).

O desenvolvimento de países está relacionado ao crescimento financeiro de empresas e indústrias. Quanto mais às empresas se desenvolvem economicamente mais as nações são consideradas avançadas, então a produção excessiva eleva os lucros e isso se tornou o fator mais importante nos negócios (MARTIN, 2004), negligenciando-se as questões ambientais e de saúde pública.

Para empreendimentos que utilizam os recursos naturais, considerados potencialmente poluidores e capazes de causar degradação ambiental, foi criado o licenciamento ambiental que é um instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) constituído na lei de nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 para promover o controle prévio da construção, instalação, ampliação e seu funcionamento. Em 23 de janeiro de 1986 a resolução CONAMA estabeleceu normas gerais para a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o RIMA nos procedimentos para o licenciamento ambiental, sendo definitivamente integrado no decreto federal nº 99.274 de 1990 (PRADO FILHO; SOUZA, 2004; VIANA, 2005; PELLIN *et al.*, 2011; BRASIL, 2012; NEVES *et al.*, 2013).

A mineração não só altera a área minerada, como também áreas adjacentes a sua exploração, onde são feitos os depósitos de rejeitos. Às vezes estes possuem substâncias químicas nocivas à saúde do ambiente. Os principais impactos ambientais negativos decorrem da alteração da paisagem, poeira e ruído causados por veículos, na perfuração

das rochas, rejeitos que em grande quantidade pode vazar e prejudicar populações vizinhas localizadas em áreas mais baixas e até mesmo os cursos d'água. As minerações de ferro, granito de areia e argila, calcário, diamante, entre outras no Brasil, na maioria das vezes acarreta a poluição com lama. (SILVA, 2007).

A empresa Samarco Mineração S/A. trabalha com um complexo industrial integrado de lavra¹, bombeamento, pelotização e embarque de minério de ferro, sendo seu principal produto pelotas de minério de ferro que são vendidas em todo mundo. (SAMARCO, 2011; SUPRAM, 2011). Essa empresa construiu a Barragem de Fundão para a contenção dos rejeitos produzidos oriundos da exploração mineraria, possuindo duas unidades industriais localizadas nos Municípios de Mariana, na unidade industrial de Germano (MG) e em Anchieta, na unidade industrial de Ponta Ubu (ES). Estas são interligadas por três minerodutos que são responsáveis pelo transporte da poupa de ferro, cada um tem aproximadamente 400 km de extensão. As exportações realizadas pela SAMARCO representaram 1% de todo exportado do País em 2015 (SAMARCO, 2016; VIEIRA, 2008).

Por meio deste trabalho há o intuito de elucidar os questionamentos que motivaram sua execução: Quais são os principais impactos negativos decorrentes do rompimento da Barragem de Fundão segundo a mídia nacional? Quais foram as possíveis causas desse rompimento apontadas pela mídia nacional? Que medidas para reverter os impactos negativos estão sendo tomadas pelos gestores públicos, empresários, autoridades judiciárias e população em geral? Estes questionamentos constituem a hipótese de que o rompimento da Barragem de Fundão localizada no município de Mariana - MG provocou diferentes impactos ambientais negativos, os quais são evidenciados pela mídia nacional com ênfase apenas no contexto econômico e social.

¹ Operações objetivando o aproveitamento da jazida, desde a extração de substâncias minerais úteis até seu beneficiamento.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral:

- Avaliar os principais impactos ambientais negativos causados em decorrência do rompimento da Barragem de Fundão localizada no município de Mariana - MG, evidenciados pela mídia nacional, verificando as possíveis causas e alternativas.

2.2 Específicos:

- Identificar os principais impactos ocasionados pelo rompimento da Barragem de Fundão apontados pela mídia nacional.
- Verificar as possíveis causas que provocaram o rompimento da Barragem de Fundão.
- Averiguar as alternativas aplicadas pelos diferentes setores da sociedade para reduzir os impactos negativos e amenizar os seus efeitos.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O aumento significativo de pessoas residindo e consumindo os recursos naturais gerou a expansão dos centros urbanos, acarretando em diversos impactos negativos nas áreas naturais, e devido a isso o meio ambiente e todos que residem nele sofrem com, mortes, doenças, perda de biodiversidade, efeito estufa, chuvas ácidas e provocando catástrofes (ALVES; SILVA, M.; SILVA, J.,2011).

O aumento de exploração dos recursos naturais também causou graves acidentes em usinas com contaminações tóxicas de grandes proporções, como o acidente nuclear em Three Mile Island nos Estados Unidos, em 1979, em Love Canal no Alasca, em Bhopal na Índia no ano de 1984 e Chernobyl. Isso gerou mudança na escala na análise dos problemas ambientais e provocou o aumento dos debates públicos e científicos sobre os riscos para as sociedades (JACOBI, 2003).

No começo dos anos 70, os recursos ambientais que antes eram concebidos como abundantes, estavam cada vez mais escassos no mundo, devido à super exploração de recursos naturais, bem acima da capacidade de recuperação do meio, foi então que entenderam a hidrosfera, a litosfera e a biosfera se degradando cada vez mais. Fato vivenciado por meio das mudanças climáticas, do aumento da produção de resíduos sólidos e deterioração na qualidade da água. Estes fatos impulsionaram o Brasil a incorporar o licenciamento ambiental à legislação federal como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente (SOUSA, 2006; MUCELIN; BELLINI, 2008; SÁNCHEZ, 2008), de importância significativa e indispensável à conservação e/ou preservação do meio ambiente.

A extração mineral foi um dos responsáveis pelo desenvolvimento econômico de vários países, inclusive do Brasil, que após a Revolução Industrial os danos à natureza se intensificaram, não sendo só um problema local e regional, mas alguns impactos chegam em nível global. A atividade de mineração, assim como qualquer outra que explore recursos naturais, causam sérios impactos negativos ao meio ambiente, seja degradando áreas naturais ou acumulando resíduos sólidos e líquidos. No Brasil em muitas situações, a biodiversidade é deixada de lado em nome do desenvolvimento econômico (MARENT; LAMOUNIER; GONTIJO, 2011; SILVA, 2007; SOUZA *et al.*, 2010). Expressando o descuido com a vida em suas diferentes formas.

A maior demanda de exploração do minério segundo Rodrigues *et al.* (2008) acarreta em vários impactos economicamente positivos, como empregos diretos e

indiretos, crescimento do consumo local, oportunidades de abrir outros negócios, arrecadação tributária impulsionando os municípios, estados e até o país a terem grandes receitas próprias, podendo gerar grande fluxo de renda sustentável. Para Enríquez (2009) o grau dos impactos negativos causados pela indústria mineradora irá depender de alguns fatores como o tipo de mineral explorado, a forma de extração, técnicas adotadas para isso, entre outros.

A exploração de minério de ferro passou a ser um produto altamente lucrativo e aumentou a busca por esse material. Países como Brasil, Austrália, Rússia, Índia e China são os principais produtores de minério por serem os que mais possuem concentrados minerais de ferro. “De acordo com o setor metalúrgico eles são divididos em três categorias, baseados na granulometria: granulado (*lump ore*), finos para sinter (*sinter feed*) e finos para pelotas (*pellet feed*)”. As empresas de minério, Vale, Rio Tinto e BHP Billiton, possuem as mais altas produções mercado (CARVALHO *et al.*, 2013). As atividades advindas da mineração geram grandes impactos negativos no ambiente, como perda de biodiversidade, perda de fertilidade do solo e interferência em recursos hídricos da região (KNAPIK; MARANHÃO, 2007).

Através do desenvolvimento sócio econômico, o ser humano ao utilizar cada vez mais os recursos naturais provocam sérios impactos sobre o meio ambiente. A produção em grande escala e o consumo desenfreado originou maior potencial de agressividade no meio ambiente (SOUZA *et al.*, 2010).

Segundo a resolução do CONAMA 001/86 considera-se impacto ambiental qualquer alteração nas propriedades físicas, químicas e/ou biológicas do meio ambiente, sendo causadas por intervenções resultantes de atividades humanas (BRASIL, 2012). Para Moreira (1997) impacto ambiental é qualquer alteração ocasionada pelo ser humano e suas atividades no ambiente que excedam a capacidade de absorção do mesmo. Segundo Sánchez (2008) “impacto ambiental é qualquer alteração no meio ambiente provocada pela ação humana” que pode ser benéfica ou não. Para Silveira (2006) impacto ambiental é o “conjunto das repercussões e das consequências que uma nova atividade ou obra, seja pública ou privada, possa ocasionar no ambiente”.

Em função da grande semelhança dos problemas ambientais que afetam o planeta, consequência desse estilo de desenvolvimento, os Países do Norte adotaram a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA). Esse estudo fez parte da literatura ambiental a partir da legislação do NEPA (National Environmental Policy Act), lei dos Estados Unidos. Aprovada pelo congresso em 1969 e entrou em vigor em 1º de janeiro de 1970

e a partir desta data se transformou em modelo de legislação em todo o mundo. Essa lei exige a preparação de uma declaração detalhada sobre os impactos ambientais em iniciativas do governo federal americano. Essa declaração equivale ao atual Estudo de Impacto Ambiental (EIA), adotada pela primeira vez no decreto lei nº 1.413/75, tornou-se necessária em vários países para a aprovação de novos projetos que possam causar impactos significativos no meio ambiente (ARAÚJO *et al.*, 2011; SÁNCHEZ, 2008).

Esse estudo é fundamental para o cumprimento do direito ambiental de todos, determinado na Constituição Federal, artigo 225 parágrafo 1º, IV.

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. (BRASIL, 1988).

O Estudo de Impacto Ambiental é um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente que segundo Mouras (2006) “é utilizado para identificar, prevenir e compensar alterações ambientais prejudiciais” provocadas por empreendimentos ou qualquer outra ação que resulte em impactos. O objetivo principal desse estudo, é prever os impactos ambientais que determinados negócios possam causar por sua implantação, sendo considerando as fases de planejamento, implantação, operação e se for o caso desmobilização, levando em consideração os meios físicos, biológicos e antropológicos e se caso o projeto for aceito propor medidas mitigadoras e compensatórias caso o dano seja irreversível (CPEA, 2010). Frequentemente, as empresas que adotam as questões ambientais possuem o intuito de adquirir mercados com produtos de qualidade ambiental. No entanto, esses empreendimentos não devem apenas visar à satisfação imediata dos clientes mais conscientes sobre as práticas ambientais, porém, buscar em todo o contexto que possibilite benefícios para todos os seres vivos, favorecendo um ambiente melhor para as futuras gerações (OMETTO; SOUZA; GUELERE FILHO, 2007).

A Avaliação de Impacto Ambiental tem finalidade de observar e analisar quais são os possíveis impactos ambientais antes que se tome qualquer decisão sobre o empreendimento que possa acarretar significativos impactos negativos. Impõe aos empreendedores públicos e privados requisitos para sua implantação, podendo licenciar ou não o empreendimento, dependendo das modificações no ambiente e aceitação de medidas mitigadoras e compensatórias sugeridas.

A avaliação de Impacto Ambiental compreende um “conjunto de procedimentos concatenados de maneira lógica, com a finalidade de analisar a viabilidade ambiental de projetos, planos e programas e fundamentar uma decisão a respeito” (SANCHEZ, 2008). Essa avaliação se tornou exigência legal em vários Países, principalmente é elaborado antes da implementação de vários empreendimentos da mineração (SÁNCHEZ, 1994).

O Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) é um documento oriundo da Avaliação de Impacto Ambiental, “submetido à aprovação do órgão estadual competente, e do IBAMA em caráter supletivo, o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente”, que deve ser elaborado com linguagem simples, que todos possam entender, contendo todas as informações sobre o empreendimento, tendo em vista os principais impactos, incluindo os positivos considerados relevantes do empreendimento. Levando para o conhecimento do público interessado em geral, incluindo autoridades governamentais, promotores do empreendimento, especialistas, associações civis e setores atingidos com a proposta. Todos podem emitir a sua opinião que será levada em consideração na tomada de decisão (BRASIL, 2012; OLIVEIRA; BURSZTYN, 2001).

Esse estudo deve ser elaborado por profissionais de diferentes áreas, analisando a intensidade dos impactos ambientais e propondo modificações no projeto para que assim sejam reduzidos e até mesmo evitados os considerados negativos (SÁNCHEZ, 2008).

O licenciamento ambiental é um instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) que por meio deste é possível licenciar a localização, instalação, ampliação e operações de empreendimentos ou qualquer atividade que utilizem os recursos ambientais e somente será permitido após a conciliação de uma atividade com a qualidade ambiental (KIRCHHOFF, 2006). A principal razão de sua exigência é buscar mecanismos para o controle ambiental que essas instalações possam causar, comprometendo o equilíbrio dos ecossistemas, cabendo a União, Estados e Municípios defenderem e manterem o ambiente ecologicamente equilibrado (BRASIL, 2009).

No quadro 1 são citadas as possíveis áreas de abrangência e os respectivos órgãos responsáveis pelo licenciamento ambiental.

Quadro 1 Abrangência dos impactos diretos que uma atividade pode gerar segundo a Resolução do CONAMA 237/97

Abrangência dos Impactos Ambientais Diretos	Órgãos responsáveis pelo Licenciamento Ambiental
Local Dois ou mais municípios Dois ou mais Estados ou que ultrapassem os limites do País.	Órgão Ambiental Municipal Órgão Ambiental Estadual IBAMA

O Estado de São Paulo aplica medidas por meio do licenciamento ambiental, tomado por base os empreendimentos da mineração causadores de impacto, como nos documentos de Relatório de Controle Ambiental (RCA), Plano de Controle Ambiental (PCA), Relatório Ambiental Preliminar (RAP), EIA e o RIMA, seguindo os critérios que constam na Resolução nº 51 de 12 de 2006 pela Secretaria do Meio Ambiente (SMA) (MECHI; SANCHES, 2010).

Novos empreendimentos, de exploração de minério, assim como qualquer outro, passaram a ser submetidos ao licenciamento ambiental, e para isso, são necessárias as licenças: Licença prévia (LP) em que se verifica a viabilidade de determinado empreendimento e suas condicionantes ambientais com prazo de validade de cinco anos para ser apresentada; Licença de instalação (LI) ocorre logo após examinar o projeto não e sua apresentação não pode ultrapassar seis anos e a Licença de Operação (LO) concedida após a implantação de todos os termos após quatro anos de estudo não podendo exceder o prazo de dez anos para ser apresentado aos órgãos competentes. Minas Gerais assim como outros Estados elaboram uma legislação própria, como consequência algumas vezes causam conflitos com a constituição federal e outras vezes inovam e avançam em relação a ela (BRASIL, 2009; VIANA, 2007).

No setor de mineração, grandes e médias empresas vêm seguindo as leis ambientais, enquanto as pequenas e os garimpos utilizam muito pouco às normas do meio ambiente. Durante a fase de implantação do projeto o órgão ambiental competente atua de forma significativa junto ao empreendedor, dando suporte para as questões ambientais necessárias para diminuir ou até evitar impactos negativos, também nessa fase à sociedade se faz mais presente, porém, ao passar pela LO o órgão responsável muitas vezes tem dificuldade de acompanhar do desempenho ambiental obtido pelo funcionamento do empreendimento (VIANA, 2007).

Quadro 2 Principais empreendimentos que são exigidos o licenciamento ambiental segundo a Resolução CONAMA nº 237/97 (Anexo I).

Principais empreendimentos que demandam o Licenciamento Ambiental	
Empreendimentos de extração e tratamento mineral	Indústria têxtil
Indústria de papel e celulose	Obras civis
Indústria de borracha	Indústria de fumo
Indústria de couros e peles	Empreendimentos de geração e transmissão de energia
Indústria química	Indústria alimentícia

Fonte: BRASIL (2009).

De uma forma geral, os EIAs e RIMAs de empreendimentos da mineração não estabelecem de forma direta os impactos negativos identificados e suas ações para minimizar os danos. A verificação da eficácia de medidas mitigadoras deve ter um autoacompanhamento por parte do empreendedor e órgão competente. No Estado de Minas Gerais a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) tem a função de fiscalizar os empreendimentos que receberam a licença pelo Conselho de Política Ambiental (COPAM), porém, tal tarefa é realizada pelas partes diretamente interessadas sem que haja qualquer divulgação ou publicação de seus resultados (PRADO FILHO; SOUZA, 2004). Segundo esse mesmo autor algumas medidas mitigadoras ficam apenas nesses documentos por serem consideradas de pequena importância ambiental, outras medidas, como a educação ambiental através de palestras são efetivamente realizadas, mas não é elaborado nenhum tipo de análise técnica da eficiência dessa atividade.

Muitos impactos negativos identificados na AIA só são verificados após o mau funcionamento de determinado empreendimento. Os resultados podem gerar maiores consequências do que os decorrentes de seu funcionamento normal e são essas situações que caracterizam os riscos ambientais, podendo ser classificados como tecnológicos ou naturais. Para os classificados de causa natural leva-se em consideração a ação do ser humano como desencadeador ou acelerador desses eventos e os tecnológicos estão diretamente ligados à ação humana (SÁNCHEZ, 2008).

O Risco Ambiental é uma maneira de prevê a possibilidade de alguns eventos serem prejudiciais ao ambiente. Pode-se dizer que essa análise ambiental precede os riscos de um determinado evento, antes que cause impactos negativos e possa originar a percepção em outro local que possa ser atingindo, assim o termo “impacto” se refere a algo rápido, enquanto o termo “risco” tem a característica de ser mais lento e sutil. A sua identificação depende muito de como as pessoas enxergam o ambiente, quais são as

suas características predominantes, se é uma área mais rural ou urbana, nível de organização social e o grau de envolvimento da população local (DAGNINO; CARPI JUNIOR, 2007). Em estudo de risco ambiental busca-se identificar os perigos e estimar matematicamente as probabilidades da ocorrência do evento, a magnitude das consequências e propor medidas de gerenciamento (preventivas² e emergenciais³).

São exigidos na instalação ou ampliação de algumas indústrias ou atividades com potencial poluidor que podem ser divididos em dois tipos: os estudos de análise de risco e os planos de gerenciamento de riscos (PGRs). Esse plano de gerenciamento pode ser introduzido em um EIA ou qualquer documento no processo de licenciamento ambiental. Algumas variações e adaptações desse estudo têm sido empregadas em setores de mineração, transporte e geração de energia elétrica (SÁNCHEZ, 2008).

Segundo a lei de número 12.334/ 2010 artigo 7º da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) as barragens são classificadas por categoria de risco em: alto, médio ou baixo, de acordo com as características técnicas, estado de conservação do empreendimento e ao atendimento ao Plano de Segurança da Barragem; dano potencial associado pode ser alto, médio ou baixo levando em consideração as perdas de vidas humanas e dos impactos econômicos, sociais e ambientais causados pelo rompimento de uma barragem. No decorrer do tempo essas construções podem sofrer modificações e por isso, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) através da resolução de nº 143/2012, determinou que cabe as entidades fiscalizadoras a cada cinco anos, no máximo, reavaliar as classificações quanto a categoria de risco e ao dano potencial associado (BRASIL, 2015).

Para Sánchez (1994) qualquer empresa só terá um bom programa de gerenciamento ambiental se possuir um bom plano de ação para as emergências ambientais, como por exemplo, acidentes industriais e vazamentos de produtos ou insumos, tanto dentro quanto fora do polo industrial. Segundo esse mesmo autor só basta um acidente para comprometer a imagem de uma empresa, que geralmente leva muito tempo para ser construída.

Para formular as diretrizes na elaboração de estudos ambientais é necessário um documento denominado de termo de referência ou instruções técnicas. Algumas instituições empregam outros termos como o Banco Mundial adota o “Terms of

² Medidas preventivas: visam reduzir a probabilidade de ocorrência, reduzindo os riscos.

³ Ações de emergência: medidas tomadas no caso de ocorrência de acidentes.

Reference”, em Hong Kong usa o “EIA study brief”. Podem ser considerados como planos para preparação de um EIA: “orienta a elaboração de um EIA; define seu conteúdo, abrangência e métodos; e estabelece a sua estrutura” (SÁNCHEZ, 2008). De acordo com esse mesmo autor, a elaboração desse termo pode ter variadas estruturas, podendo ser bem detalhados, obrigar o empreendedor e seu consultor a adotarem certas metodologias no levantamento em campo, definir quantas consultas públicas deverão ser realizadas, sua frequência e a forma de apresentação ao público, outros utilizam uma listagem com os principais pontos que devem ser abordados deixando a critério do empreendedor e seu consultor como será sua apresentação.

Na realização de diagnósticos do meio ambiente onde será instalado determinado empreendimento que possua um grande porte, precisa-se de conhecimento das unidades taxonômicas que serão afetadas e quando possível verificar a sua interação com o ambiente. O levantamento dos dados é seguido pelo Termo de Referência que segundo Silveira (2006) tem por objetivo estabelecer diretrizes que possam orientar, assim como seu conteúdo e abrangência do estudo exigido para os empreendedores, que vai desde a atividade de campo e laboratório até a inspeção da literatura especializada, nas etapas que antecedem a implantação das atividades modificadoras do meio ambiente. Segundo Sánchez (2008) esse termo pode ser conceituado como as diretrizes para elaboração do EIA, orientado para sua elaboração e definindo o seu conteúdo.

Para Rabelo, Teixeira e Espluga (2012) o termo de referência é um documento descritivo de atividades que serão desenvolvidas, incluindo listas detalhadas de cada serviço a ser executado com resultados e seus devidos prazos de execução, observando-se a legislação pertinente, como mostra o quadro 3.

De acordo com Figueiredo (2014) o termo de referência é um documento que faz o levantamento de dados de um objeto ou serviço que servirá de fonte para adquirir ou contratar um serviço. Além disso, possui outra funcionalidade como: demonstrar a necessidade da administração, permitir a correta elaboração do estudo pelo licitante, determinar a execução do objeto expondo as suas diretrizes, além de evitar aquisições desnecessárias, por conseguinte, reduzindo o desperdício.

Quadro 3. Principais leis, decretos e resoluções relacionadas à Avaliação de Impacto Ambiental.

Principais leis, decretos e resoluções relacionadas à Avaliação de Impacto Ambiental
Lei nº 6.938/ 1981
Resolução CONAMA nº 01/ 1986
Decreto nº 99.274/90
Resolução CONAMA nº 2 /1996
Resolução CONAMA nº 237/97
Resolução CONAMA nº 306/ 2002
Decreto 4.340/ 2002
Resolução CONAMA nº 371/2006
Resolução do CONAMA nº 378/ 2006

Fonte: BRASIL (1981; 1986; 1990; 1996; 1997; 2002; 2002a; 2006; 2006a).

Para Silveira (2006) a dificuldade apresentada na elaboração do Termo de Referência de qualidade elaborada pelo o órgão ambiental competente se deve a falta de conhecimento técnico sobre as características do espaço aonde certo empreendimento será implantado e os efeitos ambientais por eles causados. Para esse mesmo autor esse problema pode ser resolvido com o apoio da comunidade científica, técnicos de outros órgãos, organizações não governamentais, pessoas físicas e empresas interessadas na área. Cabe a Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral (SGM) coordenar as ações e as medidas preventivas e mitigadoras que possam assegurar a racionalidade, atualizações tecnológicas, um bom desempenho e compatibilização das obras realizadas na indústria mineradora (BRASIL, 2014).

Para a realização do termo de referência para empreendimentos da mineração é necessário consultar alguns documentos essenciais para uma boa elaboração como a Constituição Federal do Brasil de 1988, a Constituição Estadual e Lei Orgânica do Município, as legislações municipal, estadual e federal, Código Florestal, Código de Mineração, regulamento e normas da mineração, elaboração e apresentação de projetos sobre a disposição dos rejeitos do minério e seu beneficiamento (NBR 13028), elaboração e apresentação sobre a disposição de estéril (IDEMA, 2006).

O rompimento de barragens de contenção de rejeitos no mundo já causou muitos transtornos ao longo do tempo, como exhibe o quadro 4. Na mineração os rejeitos são considerados o resultado do beneficiamento do minério, extraído o produto econômico de interesse. Essas barragens são construídas pela mineradora e geralmente utilizam o método de alteamento por montante. Essa metodologia pode acarretar em graves problemas na sua construção e na segurança, pois existem poucas diretrizes

técnicas relacionadas a essa estrutura. Rupturas na estrutura na contenção de rejeitos têm sido um dos maiores problemas ambientais em todo mundo, além dos impactos negativos no meio ambiente ainda são responsáveis por ocasionar em mortes de seres humanos e podem ter sua origem a partir de erros operacionais ou equívocos no projeto (FONTES, 2013; PEREIRA, 2005).

Quadro 4 Principais impactos negativos em decorrência do rompimento de barragens em Minas Gerais.

Impactos negativos	Local	Autores
Poluição de águas superficiais	Minas Gerais	(FARIAS, 2002)
Destruição de Florestas	Minas Gerais	(POEMAS, 2015)
Morte de pessoas	Minas Gerais	(RIBEIRO; REZENDE, 2015)
Assoreamento das águas e mananciais	Minas Gerais	(POEMAS, 2015)
Destruição de matas ciliares	Minas Gerais	(BRASIL, 2015 ^a)
Comprometimento da qualidade do ar	Minas Gerais	(BRASIL, 2016)
Destruição de Leitões de rios	Minas Gerais	(BRASIL, 2016)
Comprometimento do abastecimento d'água	Minas Gerais	(KOCHEN, 2016)

No Estado de Minas Gerais depois de diversos problemas causados pelas barragens de rejeitos, tanto de mineradoras como de indústrias, a Fundação Estadual do Meio Ambiente, exigiu que todas as empresas com esse tipo de construção fizessem um cadastro para um programa público de gerenciamento de riscos (TOQUETTI; FARIAS, 2004 apud SÁNCHEZ, 2008). Exemplos disso foi o rompimento da barragem de rejeitos da Mineradora Herculano Ltda. ocorrido em 10 de setembro de 2014, localizada na região central de Minas Gerais que deixou oito trabalhadores soterrados, mesmo já tendo atingido a capacidade máxima estava recebendo restos da lavagem do minério (RIBEIRO; REZENDE, 2015). Esse não foi um episódio isolado. Registros mostram que só no século XX foram registrados mais de 200 acidentes envolvendo barragens no mundo e ultrapassando 8.000 mortes de pessoas (BALBI; VIEIRA, 2010).

As escavações e o alto volume de rejeitos são os principais responsáveis pelos impactos negativos decorrentes da mineração, acarretam sérios danos ao meio ambiente suprimindo a vegetação local e até impedindo a sua regeneração, prejudicam o solo quando removem a porção fértil superficial, deixando os remanescentes expostos à erosão podendo até causar o assoreamento das águas adjacentes. Todos esses impactos

provocam sérias consequências aos ecossistemas, como extinção de espécies da flora e fauna, destruição ou redução dos habitat (MECHI; SANCHES, 2010).

As consequências do rompimento de barragens deverão ser analisadas, objetivando determinar medidas operacionais como planos de evacuação da população e planejamento de ocupação das áreas que poderão ser atingidas realizando o planejamento de medidas para mitigar e até mesmo evitarem que se rompam. Para aquelas que ainda não foram construídas é necessário considerar a possibilidade de ruptura e os prejuízos que poderão ocasionar (Quadro 5) (COLLISCHONN; TUCCI, 1997). Devido a isso foi criado o PEB (Planos de Emergência de Barragens) que são procedimentos e ações que mantenham a segurança e o controle das barragens analisadas e garantindo assim uma medida adequada em cada situação de emergência que envolva a ruptura da barragem (BALBI; VIEIRA, 2010).

Quadro 5 Níveis de perigo para os seres humanos baseado na profundidade.

Nível	Classe	Inundação estática (H)
Reduzido	Azul claro	$H < 1 \text{ m}$
Médio		$1 \text{ m} < H < 3 \text{ m}$
Importante		$3 \text{ m} < H < 6 \text{ m}$
Muito importante		$H > 6 \text{ m}$
		Azul escuro

Fonte: Balbi; Vieira (2010).

O conteúdo básico do PEB deve detectar, avaliar e classificar os eventos que possam trazer algum risco a barragem e apresentar maneiras para mitigar os impactos negativos; preparar os procedimentos de resposta através dos sistemas de comunicação, procedimentos de notificação; responsabilidade dos envolvidos pela obra; mapas de inundação que auxiliem autoridades da defesa civil e documentos necessários para a manutenção do plano (BALBI; VIEIRA, 2010).

São empregados três níveis de segurança sobre o risco de alteração na barragem. O sistema de aviso é o conjunto de recursos técnicos que tem por função informar a população da área que será diretamente afetada pela ocorrência ou evolução de uma situação emergencial (Quadro 6) (MARQUES, 2014).

Quadro 6 Níveis de alerta avaliados de acordo com a alteração sofrida na barragem.

Nível	Cor	Característica
0	Azul	Eventos que não comprometem a segurança estrutural da barragem e de seus órgãos operacionais.
1	Amarelo	Afeta em menor significância a barragem, mas são necessárias medidas para corrigir o problema, sua notificação é apenas interna.
2	Laranja	Atinge gravemente a segurança da barragem, podendo ocorrer o rompimento, espera-se, porém, que possa agir de forma a impedir ou reduzir o vazamento, cabendo aos responsáveis a necessidade de evacuação.
3	Vermelho	Situação de catástrofe inevitável, a ruptura não pode ser impedida ou já ocorreu, sendo necessário iniciar os procedimentos de comunicação e notificação.

Fonte: Adaptado de Balbi; Vieira (2010); Marques (2014).

A ausência de um plano de Ação Emergencial (PAE) causa riscos à vida das espécies em geral. Cabem às empresas ou organizações apresentarem um documento com ações para gerenciar os riscos e que ponham em prática, de forma a garantir de forma eficiente medidas a serem tomadas em resposta aos desastres naturais e industriais. Segundo a resolução do CONAMA nº 306, inciso XVI de 2002, esse plano reúne ações a serem tomadas imediatamente após um incidente, utilizando materiais adequados à prevenção, controle e combate à poluição ambiental. Seu planejamento é diferente em diversos países, onde são divididos em dois grupos: (1) o estudo detalhado é obrigatório apenas para barragens classificadas de acordo com seu risco, que inclui o número de pessoas e/ou bens que possam ser prejudicados pelo rompimento; (2) a elaboração terá maior ou menor detalhe de acordo com a altura, volume e risco para as populações ou propriedades caso ocorra à ruptura da barragem (BRASIL, 2012; MARQUES, 2014; TAVARES, 2011).

4 METODOLOGIA

4.1 Área de Estudo

O povoado de Bento Rodrigues está situado no município de Mariana que foi à primeira área colonizada de Minas Gerais, próximo à cidade de Ouro Preto (Figura 1). Está localizado na região central de Minas Gerais. Geograficamente situado entre os meridianos $43^{\circ} 05'W$ e $43^{\circ} 30'W$ e os paralelos $20^{\circ} 08'S$ e $20^{\circ} 35'S$. Os dados mais recentes indicam que a cidade possui aproximadamente 58.802 pessoas, habitando uma área de 1.194,208 km² (IBGE, 2000; IBGE, 2015; SAMARCO, 2016).

Figura 1 - Estado de Minas Gerais em destaque o Município de Mariana.



4.2 A empresa Samarco S.A

A SAMARCO S.A. é uma empresa privada de mineração com um complexo industrial de lavra, beneficiamento, bombeamento, pelotização e embarque de minério de ferro. As atividades de lavra de minério são realizadas no Complexo de Germano localizado em Mariana e Ouro Preto, dois Municípios Mineiro. Ela é controlada pela BHP Billiton Brasil Ltda e Vale S.A., onde seu principal produto são pelotas de ferro com alto valor agregado (pellet e sinter feed) e distribuído por 19 países. Suas exportações representam 1 % de total exportado pelo Brasil no ano de 2015 e sem isso o déficit da balança comercial brasileira triplicaria (CEPEMAR, 2009; SUPRAM, 2011; SAMARCO, 2016).

4.3 Caracterização do objeto de estudo

A Barragem de Fundão fica localizada no Município de Mariana, distrito de Bento Rodrigues (Figura 2). Possui 68.2 ha de área inundada, 6.7 ha de área maciço e 4.9 ha de estradas e acesso. Sua rede hidrográfica pertence à Bacia Federal do Rio Doce, com uma pequena parcela da Bacia Hidrográfica do Estadual do Rio Piranga (RADA, 2013; SUPRAM, 2013).

Essa barragem é utilizada para a contenção de rejeitos produzidos pela Empresa Brasileira de Mineração SAMARCO S.A controlada pelas empresas BHP Billiton Brasil Ltda. e Vale S.A. O seu Principal produto são pelotas de minério de ferro comercializadas para as indústrias siderúrgicas mundiais (SAMARCO, 2016).

Figura 2 – Barragem de Fundão antes do rompimento ocorrido em novembro de 2015.



Fonte: SAMARCO (2015).

4.3 Amostragem e Análise dos dados

Para identificar os impactos ambientais acarretados pelo rompimento da Barragem de Fundão ocorrido em novembro de 2015, optou-se por uma pesquisa qualitativa, do tipo documental. Os dados foram coletados a partir de reportagens publicadas na mídia falada e escrita (sites, revistas, jornais e telejornais), no período de outubro de 2015 a março de 2016 (Quadro 7), como também documentos publicados sobre o tema deste estudo (relatório, dossiê, laudos técnicos), no mesmo período (Quadro 8).

Através de *Checklist* foram selecionados quatro exemplares de cada meio de comunicação e identificados os principais impactos positivos e negativos. Posteriormente, foram analisados e avaliados de acordo com a matriz de avaliação de impactos ambientais.

Quadro 7 Principais meios de comunicação selecionados para identificação dos impactos ambientais.

Documentos da Mídia	Citação	Sigla	Total
Telejornais	Jornal Nacional	TJN	4
	Conexão Repórter	TCR	
	Bom dia Brasil	TBB	
	Fantástico	TFT	
Revistas	Revista Veja	RVJ	4
	Revista Época	REP	
	Revista Greenpeace	RGR	
	Revista Engenharia	REN	
Sites	Noticias.uol.com.br	SUOL	4
	G1.globo.com	SG1	
	www.em.com.br	SEM	
	Noticias.r7.com	SNR7	
Jornais	Jornal Cruzeiro do Sul	JCS	4
	Jornal El país	JEP	
	Jornal do Brasil	JBR	
	Jornal Folha de São Paulo	JFSP	
Total			16

Observando-se os quadros 7 e 8, verifica-se que foram analisados 16 reportagens e 04 documentos, totalizando um universo amostral significativo (20).

Quadro 8 Principais documentos publicados selecionados para identificação dos impactos ambientais

Documentos Publicados	Citação	Órgão responsável
Laudo técnico	Brasil (2015)	IBAMA
Relatórios	Minas Gerais (2016)	Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional, Política Urbana e Gestão Metropolitana.
	PoEMAS (2015)	Grupo Política, Economia, Mineração, Ambiente e Sociedade.
	FELIPPE et al. (2016)	LESTE; Geomorfologia e Recursos Hídricos; TERRA.
Total		04

Os impactos foram analisados levando-se em consideração: natureza do impacto (positivo ou negativo); elementos do meio (Antrópico, Biótico e físico); Origem (direta ou indireta) grau (alto, médio ou baixo); Efeito (direto ou indireto); abrangência (local, regional, nacional); tempo (curto, médio, longo prazo), reversibilidade (Reversível ou Irreversível) e alternativa (Mitigadora e compensatória).

Essa pesquisa obedeceu aos seguintes critérios: mostrar os impactos no meio físico, biológico e antrópico; não retratar política partidária; publicações dos períodos de setembro de 2015 a março de 2016; mostrar as causas, alternativas e percepção dos principais impactos causados.

4.4 Considerações Éticas

A ética envolve a obrigação moral com responsabilidade e justiça social. Essa palavra vem do grego onde “ethos” significa o hábito ou costume. A ética é utilizada para avaliar os costumes aceitando-os ou não e dita quais ações são moralmente válidas. Uma pessoa ou órgão se diz com princípios éticos quando seu comportamento está de acordo com os valores e princípios aceitos pela sociedade (NASCIMENTO, 2015).

As primeiras normas elaboradas para pesquisas que envolvem seres humanos foram estabelecidas em 1947, após a II Guerra Mundial por causa dos abusos sofridos dentro e fora dos campos de concentração. As normas foram estabelecidas pelo Código de Nuremberg que estabelece a necessidade da análise de risco e benefícios da investigação proposta, liberdade do sujeito a ser pesquisado levando em consideração o princípio da autonomia. A ética deve ponderar o que é correto e justo para as gerações presentes e futuras. Considerando o ambiente, a ética parte do pressuposto de que as pessoas no presente utilizem os recursos naturais de forma sustentável, garantindo qualidade ambiental para as futuras gerações (MATA; CAVALCANTI, 2002; MARQUES FILHO, 2007).

A Resolução de número 466 de dezembro de 2012 do Conselho Nacional de saúde estabelece algumas diretrizes e normas que envolvam os seres humanos que incorpore nas pesquisas referenciais bioéticos como: a autonomia, não maleficência, justiça e que faça assegurar os direitos e deveres dos participantes do estudo, à comunidade científica e ao Estado, assegurando a liberdade de escolher ou não fazer parte do trabalho em questão (BRASIL, 2012).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Atividades desenvolvidas pela empresa SAMARCO: impactos e riscos ambientais.

Segundo Oliveira Filho (2016) o Estado de Minas Gerais recebeu esse nome pelas atividades minerárias com exploração de ferro, manganês, ouro, bauxita, britas, mármore, calcário, mica, entre outros. Segundo esse mesmo autor essa atividade econômica oculta os grandes impactos ambientais negativos advindos da mineração dentre os quais, desmatamento, extinção de espécies, alterações nos cursos d'água, fragmentação do ecossistema, eliminação de rios e emissão de ruídos.

Para Farias (2002) os impactos negativos decorrentes da mineração no Brasil são englobados em quatro categorias: (1) poluição da água; (2) poluição do ar; (3) poluição sonora e (4) subsidência do terreno.

A SAMARCO S.A. é uma empresa privada de mineração, controlada pela BHP Billiton Brasil Ltda e Vale S.A., tendo como principal produto pelotas de ferro com alto valor agregado tendo exportações mundiais. Cerca de 1 % do total de exportado pelo Brasil no ano de 2015 foi dessa empresa e sem isso o déficit da balança comercial brasileira triplicaria (CEPEMAR, 2009; SUPRAM, 2011; SAMARCO, 2016).

A primeira planta de pelotização elaborada pela empresa SAMARCO ocorreu no ano de 1977 e em dezembro de 1997 a produção foi duplicada advindo da construção e funcionamento da segunda usina de pelotização e em 2008 com a terceira usina e pelotização funcionando a capacidade produtiva e sua participação no mercado mundial foi de 15% para 19% (CEPEMAR, 2009). Em 2014 a capacidade de produção da empresa foi de 30,5 milhões de toneladas anuais de pelotas de minério de ferro após a operação da quarta usina de pelotização com faturamento de R\$ 7.601,3 milhões (SAMARCO, 2014).

A primeira etapa para extração do minério de ferro é realizada em minas a céu aberto na unidade de Germano, que fica localizada entre os municípios de Mariana e Ouro Preto. Maior parte do minério extraída (cerca de 70%) é transportada por meio de um sistema de correias de transporte e são levados aos concentradores para o aumento do teor de ferro (SAMARCO, 2014).

Logo após, esse minério passar por uma etapa de espessamento⁴, sendo atribuídos 30% de água, é enviado como polpa até o Espírito Santo, através dos

⁴ Ajuste na porcentagem de sólidos.

minerodutos. Os rejeitos e estéreis permanecem na unidade de Germano em barragens e pilhas de estéril (SAMARCO, 2014).

Em seguida, essa polpa chega ao município de Anchieta (ES), onde passa por uma etapa de filtragem e adição de insumos, dando início ao processo de pelletização. As pelotas passam por endurecimento e são finalizadas em tratamento térmico em fornos das quatro usinas em operação e depois estocadas em pátios até seu embarque no terminal marítimo da empresa Samarco (SAMARCO, 2014).

Os maiores riscos ambientais são causados principalmente pela prática de lavra do minério a céu aberto, gerando maior quantidade de estéril, poeira, em suspensão, vibrações e riscos de poluição das águas (SILVA, 2007). As estradas, ferrovias, minerodutos e portos que travessam comunidades provocam o deslocamento de moradores daquela região, induzindo adaptação a esses objetos geográficos. Desse modo, os riscos a vida desses moradores são intensificados (WANDERLEY, 2012).

Os trajetos e sua localização não são pensados para minimizar os impactos negativos sobre as populações locais, mas para diminuir os custos de engenharia, acarretando a maximização de lucros das empresas e dando maior dinamismo à exportação do minério (WANDERLEY, 2012). Outro risco que as comunidades circunvizinhas ao empreendimento sofrem é o vazamento de minerodutos, provocando contaminações de leitos de rios, mortes e destruição.

Em Minas Gerais a mineração é considerada a atividade econômica mais prejudicial aos recursos hídricos, causando a perda definitiva de aquíferos e o desaparecimento de nascentes, e como consequência, reduzem os lençóis freáticos e a contaminação dos cursos de água, por conseguinte, a qualidade das águas no estado de Minas Gerais vem se deteriorando cada dia, expressando risco a segurança hídrica das populações (CORUJO, 2014).

Segundo Jacobi e Cibim (2015) estudos realizados em anos passados já recomendavam a realização de monitoramentos geotécnicos anuais nos diques e na barragem, estudos de retirada quando houvesse o risco de um acidente e comprovação da efetividade no plano de análise de rupturas na estrutura.

Na norma 22 no subitem 22.32.1 obriga a empresa de mineração, a elaborar, implementar e manter um plano de emergência atualizado, no qual deverá conter: (1) identificação dos maiores riscos; (2) normas de procedimentos para o caso de acidente como incêndio, inundações, explosões, desabamentos, paralisação do fornecimento de energia e qualquer outra situação de emergência em função das características da mina,

dos produtos e dos insumos utilizados; (3) localizar de forma rápida materiais necessários aos primeiros socorros; (4) treinamento periódico para eventuais emergências; (5) definição de áreas e instalações para refúgio das vítimas; (6) definição dos sistemas de comunicação e sinalização de emergência, abrangendo o ambiente interno e externo e (7) a articulação da empresa junto ao órgão de defesa civil (BRASIL, 1999).

A ausência de um plano de emergência da empresa SAMARCO contraria a legislação federal e não condiz com que os gestores vêm informando na mídia. O acidente ocorrido em 05 de novembro de 2015 com a barragem de rejeitos Fundão provocou “O Maior Desastre Ambiental do Brasil” (ARAÚJO, 2015; MANENT, 2015), atingindo de forma adversa, os diferentes sistemas ambientais.

Em poucos minutos a enxurrada de lama atingiu o distrito de Bento Rodrigues, destruindo tudo por onde passava. Em poucas horas a lama passou pelo distrito de Paracatu de Baixo. No dia seguinte (6 de novembro) chegou a cidade de Barra Longa, e continuou, atingindo o Rio Doce e todos os municípios adjacentes (figura 3). Estima-se o lançamento de 70 milhões de metros cúbicos de lama liberados após o rompimento da Barragem de Fundão, quantidade suficiente para encher mais de 24.800 piscinas olímpicas, acarretando em vários prejuízos ambientais, econômicos e sociais (CORRÊA; LIMA; GOMIDE, 2015; IBAMA, 2015; JUSTIÇA GLOBAL, 2015; MODESTO; PORTO, 2016; RIBEIRO, 2016). O mais complicado de tudo isto, é que a empresa SAMARCO não detinha um Plano de Ação Emergencial de Barragens. Embora tenha informado por que havia colocado em ação o seu plano por ocasião do acidente, conforme anunciou o site da empresa (<http://www.samarco.com/tag/plano-de-acao-emergencial-de-barragens>. Acesso em: 05 de mar. de 2016).

Figura 3 Trajetória da lama após o rompimento da Barragem de Fundão no município de Mariana – MG em novembro de 2015.



A mineradora afirmou que avisou aos moradores sobre a tragédia por telefone, mas esse método não está descrito na legislação e tampouco os planos elaborados trazem os números de cada morador. A lista de contatos mostrados através do documento inclui os números de agentes públicos, sendo que parte deles está desatualizada. As mineradoras são por lei, obrigadas a elaborar um plano de emergência e alertar a população afetada quando não a tempo de intervenção das autoridades. A SAMARCO só colocou alarme sonoro em carros após o ocorrido (BERTONI; COISSI; MARQUES, 2015).

Ter um plano de emergência é essencial em qualquer tipo de empreendimento. Para um bom trabalho é necessário identificar todas as possibilidades de ocorrer algum tipo de acidente ocasionado por um mau funcionamento ou até mesmo por obra da natureza. No caso de barragens de rejeitos deve ter a princípio um monitoramento frequente, caso verifique qualquer alteração na estrutura ser reparado de imediato, mapas com localidades que possam ser atingidas, plano de alerta interno e externo suficiente para todos escutarem, abrigos alternativos para alojar as vítimas, caso seja inevitável o rompimento.

A Samarco não cumpriu as regras para elaboração de um plano de emergência, faltou o básico como monitoramento constante e um sistema sonoro para avisar aos funcionários e moradores da região que a barragem havia se rompido e que milhares de metros cúbicos de lama estavam avançando pela cidade. Em nota à imprensa, a Samarco utilizou telefones para comunicar aos moradores sobre o rompimento de Fundão, mas esse é o plano de alerta é o máximo que uma empresa desse porte pode oferecer? ligações efetuadas para algumas pessoas não abrangem tanto como um devido sistema sonoro para alerta geral.

A última vez que um técnico especializado do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) foi ao local afetado ocorreu no ano de 2012, visto que após isso as barragens na região passaram por reformas, mostrando o quanto é falha a fiscalização por falta de recursos e organização. Há somente quatro órgãos subordinados fiscalizando as mais de 660 barragens de minério no Brasil. Esse departamento possui apenas 200 funcionários para fiscalizar 27.293 empreendimentos (CORRÊA; LIMA; GOMIDE, 2015).

A falta de fiscalização pode não prever outros rompimentos de barragens que segundo Betto (2016) só no estado de Minas gerais há 735 consideradas verdadeiras “bombas-relógio” devido a estarem correndo o risco de explodir a qualquer momento. O rompimento de uma só barragem no Distrito em Bento Rodrigues causou 19 mortes, casas de 254 famílias soterradas, 300 mil habitantes sem água limpa para consumo, 11 toneladas de peixes mortos e 120 nascentes e mangues soterrados pela lama.

Segundo Machado (2016) em estudo preliminar foi identificado um aumento na concentração de ferro no oceano, cerca de 20 vezes mais do que os analisados antes da tragédia. A lama que ficou depositada no fundo do mar provocou a redução de 60% da diversidade de espécies base da cadeia alimentar. Esses dados foram apresentados em estudo parcial sobre os impactos negativos ocasionados pela lama do Rio Doce no mar apresentado pela Universidade Federal do Espírito Santo ao site G1 no dia 15 de março de 2016. O geólogo Alex Bastos, em mesma reportagem, mostra que em suas análises mais recentes os níveis de metais diminuíram por causa da lama depositada no fundo do oceano, mas, afirma que uma tempestade ou qualquer movimento das águas, podem trazer a lama de volta a superfície, provocando o aumento da concentração de metais.

Segundo o laudo técnico elaborado pelo Instituto Prístino (2013) esperava-se a supressão vegetal pelo empreendimento da barragem, monitoramento geotécnico e estrutural, com intervalo inferior a um ano, plano de contingência em caso de riscos ou

acidentes e já alertava para possível ruptura na estrutura do Fundão. Se houvesse um estudo ambiental seguindo todas as recomendações, manutenções periódicas na barragem, um plano de emergência eficiente e sistemas de alerta que abrangesse toda a população que poderia ser afetada, muitos impactos negativos decorrentes da tragédia poderiam ter sido evitados ou até mesmo minimizados.

A catástrofe ocorrida em Mariana só demonstra o quanto os Estudos de Impactos Ambientais, as suas Avaliações são ineficazes, mesmo em dias que muitos afirmam ter consciência ambiental. Esse estudo se fosse realizado por equipe multidisciplinar e seguindo todas as normas para sua elaboração, evitariam que acontecessem episódios como este e caso ocorressem o rompimento, os prejuízos seriam mínimos.

5.2. Impactos ambientais provocados pelo rompimento da Barragem de Fundão, segundo a mídia falada e escrita.

Os milhares de metros cúbicos de rejeitos de lama vazados da barragem de fundão deixou um rastro de destruição matando 19 pessoas, provocou a morte de várias espécies de animais, mais de 1.469 hectares de vegetação perdidos, incluindo áreas de preservação. Das 251 edificações do distrito de Bento Rodrigues, 207 (82%) ficaram soterradas pela lama, acarretando, dentre outros impactos negativos, a contaminação dos leitões principalmente com o arsênio (ARAÚJO, H., 2015; JORNAL DO BRASIL, 2016; FELIPPE *et al.*, 2016; GONÇALVES, 2016; PONTES; CARDOSO,2016).

Os rejeitos da mineração chegaram a atingir aproximadamente 663 km no Rio Doce e seus afluentes, atingindo o oceano pelo Município de Linhares (ES) em menos de cinco dias, deixando grande mancha marrom. (ARAÚJO, 2015; JORNAL DO BRASIL, 2016; FELIPPE *et al.*, 2016; GONÇALVES, 2016; PONTES; CARDOSO,2016).

O aumento da turbidez da água e os rejeitos nela depositados prejudicaram espécies que viviam nos rios afetados. Devido ao assoreamento dos rios muitas das espécies de peixes estão morrendo, como tilápias, dourados e bagres. Crustáceos e pacamões estão saindo do rio e morrendo na terra pela falta de oxigênio. Outros animais também sofrem com esse derramamento, como é o caso das tartarugas ameaçadas de extinção, por exemplo, a tartaruga gigante que chega até dois metros de comprimento, que vive na reserva biológica de comboio (ES), uma área protegida; utilizada para desova (ARAÚJO, 2015).

Segundo Kochen (2015) a SAMARCO informou que houve pequenos tremores (2,3 graus na escala Richter) antes do rompimento da barragem e que isto pode ter sido a causa do acidente, mas especialistas afirmaram que esse abalo não poderia ter sido suficiente. A empresa ainda informou para reportagem da Agência Brasil que ocorreu uma movimentação de parte da massa residual que teria sido originada pelo grande volume de chuva que caiu na região de Mariana nas últimas semanas (PONTES, 2016).

Após um barulho ensurdecedor, a nuvem de poeira e os pássaros revoando, os moradores de Mariana perceberam que havia algo errado, em poucos minutos os moradores saíram pelas ruas buzinando e gritando que a lama estava se aproximando. Todos os bens foram deixados para trás, como documentos, dinheiro, roupas e histórias, mas nem todos tiveram tempo de fugir e perderam a vida (GARCIA; FUSCO; GONÇALVES, 2015). Como foi o caso da senhora D.S⁵ que perdeu seu neto, os dois ainda correram para dentro do quarto na casa em que moravam, mas a enxurrada de lama os atingiu e arrastou o seu neto alguns quilômetros de distância, local onde o corpo foi encontrado. A senhora em entrevista ao Conexão Repórter muito emocionada fala que ainda escuta a voz do neto pedindo socorro (CONEXÃO REPORTER, 2015).

Destaca-se que mesmo sem comunicação da empresa, os moradores de Bento Rodrigues com ato de solidariedade evitaram que o número de mortos aumentasse. Moradores saíram gritando pelas ruas para que as pessoas fugissem, pois a barragem havia se rompido. Muitas destas pessoas saíram de sua casa apenas com a roupa do corpo, enquanto outros não conseguiram sair de suas casas (GARCIA; FUSCO; GONÇALVES, 2015), reafirmando a ausência de um Plano de Ação Emergencial de Barragem.

Devido à escassez de água nas cidades abastecidas pelo Rio Doce, ocasionado pela contaminação do rio pelo avanço da lama, a empresa SAMARCO forneceu caminhões pipas com água potável para abastecer as mais de 600 pessoas afetadas. As mineradoras Vale e BHP prometeram criar um fundo para realizar a recuperação das cidades abaladas pela lama (CORRÊA; LIMA; GOMIDE, 2015). Mesmo fornecendo água potável para as pessoas prejudicadas com desabastecimento, ainda há o incômodo de sair para buscar água e no seu transporte até as suas residências, além de tempo requer mais gasto de energia para as pessoas que foram prejudicadas com o rompimento

⁵ D. S

da barragem. Além do mais a água que chega em caminhões pipa, contratados pela empresa, não é considerada de boa qualidade (LOPES; RIBEIRO, 2015).

Desde o rompimento da barragem de rejeitos Fundão, a população enfrenta uma verdadeira guerra pela água. Os moradores foram obrigados a enfrentar longas filas sob sol quente. Todos ajudaram a carregar a água dentre eles crianças e idosos com mais de 70 anos, algumas vezes ocorria brigas. Seguranças ficaram responsáveis por proteger os reservatórios de água que para a população a água virou artigo de luxo (MANTOVANI; POLATO, 2015; TAQUES, 2016).

A lama e a falta de água prejudicaram produtores, o que era pasto virou lama, os animais correm o risco de atolar e morrer e não podem mais beber água do Rio Doce. A morte de peixes preocupa os pescadores locais. 11 espécies de peixes endêmicas estavam ameaçadas de extinção e depois do desastre o risco de desaparecer aumentou consideravelmente (LOBATO, 2015). São perdas irrecuperáveis e imensuráveis que afetam as gerações atuais e futuras, interferindo de maneira adversa na sustentabilidade dos diferentes ambientes.

Em uma entrevista ao jornal El país, a brasileira de 43 anos V. L.⁶ relata que os peixes estão morrendo no rio e pergunta: “O que vamos comer agora? Como vamos sobreviver economicamente?” ainda durante a entrevista relata que ninguém quer comprar os peixes “tóxicos” e que não tem mais emprego pra nenhum dos moradores (ARAÚJO, 2015).

Outro entrevistado foi o pescador A. G.⁷ Filho com 58 anos sendo 40 trabalhados na pesca, afirmou que: 80% da população de Mariana vivem da pesca. Conclui dizendo: “mataram nosso rio” (ARAÚJO, 2015).

Essa tragédia destruiu os valores materiais e os imateriais da população e não se restringiu apenas a objetos perdidos, como também aos bens culturais. Em entrevista à revista época o Sr. Zezinho⁸ de 86 anos, olhando para as casas soterradas pela lama informou que na sua residência havia ficado R\$ 3.000 de economias e que era dentro de um guarda roupas havia ficado seus bens mais preciosos: os seus instrumentos musicais e as fantasias de folia de Reis, que realiza há 50 anos em Paracatu, onde nasceu e teve 24 filhos (CORRÊA; LIMA; GOMIDE, 2015).

⁶ V. L.

⁷ A. G.

⁸ J. P. de O.

O presidente da indústria de processamento de carne Frisa Arthur Arpini Coutinho explicou para ao jornal EL país que o impacto na sua atividade é muito grande, visto que a demanda de água potável é muito grande para limpeza das instalações onde ocorre o abatimento dos bois. O mesmo informou que o prejuízo chega a 2,6 milhões de reais por mês e como consequência, muitos empregados estão parados e apenas 30% estão trabalhando durante o desabastecimento de água (ARAÚJO, 2015). Apesar do abastecimento de água ter sido normalizado no dia 16 de novembro, a população ainda desconfia de sua qualidade (TAQUES, 2016).

Após o desastre o Ministério Público de Minas Gerais (MPMG), polícia militar, e Escola de Belas Artes da UFMG organizaram uma operação intitulada “SOS Patrimônio” e conseguiram recuperar cerca de 310 peças sacras atingidas pela lama de rejeitos da barragem, após a recuperação foram encaminhadas para verificação de possível restauração (VALE; WERNECK, 2015). A tradição religiosa, considerada um bem imaterial, foi prejudicada pela tragédia. Além das peças a cultura religiosa também foi abalada.

O IBAMA aplicou uma multa no valor de 250 milhões pelos danos causados ao meio ambiente decorrente do desastre. Por meio da ação civil pública do Ministério Público Estadual através de liminar determinou o bloqueio 300 milhões na conta da empresa para reparação dos danos causados as vítimas (GERAQUE; MENA, 2015). O valor da multa paga todo prejuízo, ambiental, econômico, psicológico, cultural e social causado pelo rompimento da Barragem de Fundão? As multas ambientais tem caráter punitivo e educativo, visto que seu objetivo é forçar que empresários e a população tenham visão sobre os impactos negativos de suas ações, tomando devidas precauções para minimizar ou até mesmo evitar os impactos negativos. Segundo esse mesmo autor, muitas vezes por causa do valor baixo das multas certos riscos são admissíveis, haja vista que a adoção de medidas, comumente representa maior custo financeiro. Fato que implicaria em diminuição de lucro (GUIMARÃES, 2015).

Essa catástrofe ficou marcada mundialmente, a Organização das Nações Unidas (ONU) criticou a demora de três semanas para divulgar uma informação por parte da empresa, sobre os riscos gerados por bilhões de litros de lama lançados nas cidades e Rio Doce. No mês de dezembro houve a visita oficial de integrantes da ONU que organizaram uma reunião com as vítimas do rompimento de Fundão para ouvir a avaliação de cada um sobre o desastre (MODESTO; RIBEIRO, 2016). O grupo avaliou que a empresa Samarco tem a obrigação de reparar os danos causados e afirma que as

autoridades estaduais e federais devem ser mais ativas em resposta ao desastre, sendo o estado o principal responsável em garantir o respeito aos direitos humanos das comunidades atingidas (AQUINO, 2015).

Quadro 9 Principais impactos decorrentes do rompimento da Barragem de Fundão, Mariana –MG, 2015 – 2016 através da mídia e a respectiva natureza.

Impactos	Telejornais	Revistas	Sites	Jornais	Depoimentos	Documentos	Natureza do Impacto ¹
Alteração no padrão de vida	I	I	I	I	I	I	N
Assoreamento dos rios	I	I	I	I	I	I	N
Contaminação de águas	I	I	I	I	I	I	N
Desemprego	SI	SI	I	I	I	I	N
Destruição de bens imateriais	I	I	I	SI	I	I	N
Destruição de bens materiais*	I	I	I	I	I	I	N
Destruição de ecossistema	I	I	I	I	I	I	N
Distúrbios emocionais	I	I	I	I	I	I	N
Morte de moradores	I	I	I	I	I	I	N
Perda de biodiversidade	I	I	I	I	I	I	N
Perda de produtividade agrícola	SI	I	SI	I	I	I	N
Prejuízo econômico	I	I	I	I	I	I	N
Prejuízos à saúde pública	I	I	I	SI	I	I	N
Prejuízos ao solo	I	I	SI	I	I	I	N
Solidariedade	I	I	SI	SI	I	SI	P
Suspensão de abastecimento de água	I	I	I	I	I	I	N
Total de Impactos identificados							16

1. Natureza do Impacto: Positivo (P) ou Negativo (N)

I= Impactos identificados na mídia nacional. SI= Impactos não identificados na mídia nacional.

Bens Imateriais * (Historia e cultura da população)

A partir da análise das reportagens, documentos e depoimento foram identificados 16 impactos provocados pelo rompimento da Barragem de Fundão. Destes, apenas um impacto foi considerado positivo, solidariedade, porém, o mesmo não foi verificado nos documentos oficiais, jornais e sites consultados, como mostra o quadro 9.

Apesar da maior parte dos impactos ser considerada de natureza negativa (94%), foi possível identificar impacto positivo (6%) em meio a tanta destruição, a solidariedade dos moradores em arriscar suas vidas para alertar os demais moradores do

distrito de Bento Rodrigues e a doação de roupas, colchões, água entre outros objetos materiais foi feito com a colaboração de todo país.

Observando-se os dados expostos por meio da Tabela 1, nota-se que prevaleceram os impactos sociais, dentre aqueles identificados (75%), seguido de econômicos (69%) e ambientais (38%).

Tabela 1 Percentual dos principais impactos identificados através dos checklists referentes ao rompimento da Barragem do Fundão, Mariana-MG, em novembro de 2015.

Impactos	(%)				Natureza do impacto	Classificação
	Média	Moradores	Documentos	Média		
Alteração no padrão de vida	100	100	100	100	N	S, E
Assoreamento dos rios	100	100	100	100	N	A, E
Contaminação de águas	100	100	100	100	N	A, S, E
Desemprego	50	100	100	83	N	S, E
Destruição de bens imateriais	75	100	100	92	N	S
Destruição de bens materiais	100	100	100	100	N	S, E
Destruição de ecossistema	100	100	100	100	N	A
Distúrbios emocionais	100	100	100	100	N	S
Morte de moradores	100	100	100	100	N	S
Perda de biodiversidade	100	100	100	100	N	A, E
Perda de produtividade agrícola	50	100	100	83	N	A, S, E
Prejuízo financeiro	100	100	100	100	N	S, E
Prejuízos a saúde	75	100	100	92	N	S
Prejuízos ao solo	75	100	100	92	N	A, E
Solidariedade	50	100	0	50	P	S
Suspensão de abastecimento de água	100	100	100	100	N	S, E

Legenda: Natureza do impacto positivo (P) negativo (N); Classificação: Ambiental (A), Social (S) e Econômico (E).

Foram vários danos gerados que requererão muitas décadas para possível recuperação. Alguns serão, no entanto, irreversíveis, nem mesmo com toda ajuda, como é o caso de vidas humanas e animais.

Provavelmente essa catástrofe ocorreu por negligência no monitoramento por parte da empresa junto com os órgãos responsáveis pela fiscalização de barragens. Se houvesse um acompanhamento adequado e estudos com todos os critérios essenciais para sua elaboração, vidas não teriam sido perdidas, espécies não teriam sido extintas, patrimônios culturais não teriam sido perdidos e provavelmente ninguém teria prejuízos econômicos e sociais.

No quadro 10, será mostrada a matriz construída sobre os principais impactos visualizados através da mídia, depoimentos e de documentos sobre a Barragem de Fundão no município de Mariana (MG), extraídos a partir dos *checklist* (quadro 9).

Quadro 10 Matriz de avaliação de impacto ambiental referente ao rompimento da Barragem de Fundão, Mariana –MG, 2015 – 2016

Impacto	Meio	Natureza do impacto		Origem		Abrangência			Tempo			Reversibilidade	
		Positivo	Negativo	Direta	Indireta	Local	Regional	Nacional	Curto	Médio	Longo	Reversível	Irreversível
Perda de biodiversidade	Biológico		x	x				x			x		x
Perda de produtividade agrícola			x	x				x			x	x	
Destruição de ecossistema			x	x				x			x		x
Assoreamento dos rios	Físico		x	x			x				x	x	
Contaminação de águas			x	x				x			x	x	
Prejuízos ao solo			x	x			x				x		x
Morte de Pessoas	Meio antrópico		x	x		x					x		x
Suspensão de abastecimento de água			x		x		x		x			x	
Destruição de bens materiais			x	x			x		x			x	
Destruição de bens imateriais			x	x			x				x		x

Solidariedade	x		x				x	x			x	
Desemprego		x		x			x		x		x	
Distúrbios emocionais		x		x		x			x			x
Alteração no padrão de vida		x		x		x			x		x	
Prejuízos à saúde		x		x		x			x		x	
Prejuízo financeiro		x	x			x			x		x	

No quadro 11 serão apresentadas as alternativas para mitigar e/ou compensar os efeitos provocados pelos impactos decorrentes do rompimento da Barragem de Fundão em novembro de 2015.

Quadro 11 Matriz de avaliação de impacto ambiental expando medidas mitigadoras e compensatórias para os impactos ambientais negativos decorrentes do rompimento da Barragem Fundão em Mariana – MG, avaliados no quadro 10.

Impacto	Alternativa	
	Mitigadora	Compensatória
Perda de biodiversidade	Fiscalizar e monitorar a aplicação das ações previstas no relatório de impacto ambiental e no plano de gestão ambiental para promover um ambiente adequado a cada espécie	Investir parte da multa na recuperação das áreas degradadas
Perda de produtividade agrícola	Fiscalizar e monitorar a aplicação das ações previstas no relatório de impacto ambiental e no plano de gestão ambiental para promover um ambiente adequado a cada espécie e realizar monitoramento do solo.	Alocar agricultores em áreas produtivas e favorecer o seu exercício profissional com condições dignas.
Prejuízos ao solo	Fiscalizar, monitorar a disposição de rejeitos nos sistemas ambientais, como também de outras atividades que impossibilitam a recuperação do solo.	Implementar atividades que removam a lama e que promovam o controle de nutriente no solo.
Destruição de ecossistema	Estudar os diferentes ecossistemas para minimizar os impactos no rio doce e afluentes, assim como o solo que ficou impermeável devido a lama e monitoramento da fauna e flora.	Investir parte da multa na recuperação das áreas degradadas.
Assoreamento dos rios	Fiscalizar e monitorar a aplicação das ações previstas no relatório de impacto ambiental e no plano de gestão ambiental, visando impedir o despejo de resíduos de forma indevida.	Planejar e propor métodos eficazes que reduzam o assoreamento dos rios e evitar que a lama se estenda a outras localidades.
Contaminação de águas	Fiscalizar, monitorar e obstruir o lançamento de rejeitos nos diferentes sistemas ambientais.	Planejar e propor medidas para tratamento da água com constante monitoramento.
Suspensão de abastecimento de água	Implementar monitoramento das águas superficiais e subterrâneas.	Estabelecer mecanismos para normalizar o fornecimento à população da água com o devido tratamento

Morte de Pessoas	Suspender o licenciamento ambiental cedido à mineradora até que seja apresentado, discutido e aprovado em audiência pública um novo relatório de impacto ambiental, um relatório de análise de riscos com o respectivo Plano de Ação Emergencial como também sejam pagas as indenizações às vítimas.	Indenizar as famílias pela perda de parentes e de bens materiais e imateriais. Fornecer moradias dignas para as pessoas afetadas, observando a sua cultura.
Destruição de bens materiais		
Alteração no padrão de vida		
Desemprego		Investir no mercado Interno e na recuperação dos sistemas ambientais degradados; Apoiar financeiramente os trabalhadores que dependiam dos sistemas degradados, fornecendo condições de infraestrutura para que possam retornar ao setor produtivo; Favorecer a inserção socioeconômica dos trabalhadores desempregados no mercado de trabalho.
Distúrbios emocionais	Contratar profissionais especializados para dá assistência às famílias afetadas.	Possibilitar o acompanhamento profissional das famílias afetadas.
Destruição de bens imateriais	Elaborar normas e procedimentos para a regulamentação das ações de preservação do patrimônio cultural	Promover a conservação e restauração dos bens culturais, com formação técnica de pessoas para preservação do patrimônio cultural.

Quadro 11 Matriz de avaliação de impacto ambiental expando medidas mitigadoras e compensatórias para os impactos ambientais negativos decorrentes do rompimento da Barragem Fundão em Mariana – MG, avaliados no quadro 10. (Continuação).

Impacto	Alternativa	
	Mitigadora	Compensatória
Prejuízos à saúde	Capacitar pessoas ligadas à saúde como médicos e enfermeiros da região e aumentar o número de trabalhadores da área.	Fornecer assistência médica as vítimas arcando com todos os serviços seja em operações e/ou remédios que precisarem.
Prejuízo financeiro	Capacitar os trabalhadores para evitarem acidentes e se caso venha a ocorrer que seus impactos sejam mínimos.	Indenizar a população afetada.

Em entrevista à revista *época* o engenheiro Germano Lopes, gerente geral de projetos da Samarco, afirmou que “não houve sirene, houve contato via telefone com a Defesa civil, prefeitura e alguns moradores”, mas o mesmo não chega a informar a quantidade de moradores que recebeu a ligação. As testemunhas que até o momento da matéria no dia 20-11-2015 comunicaram ao Ministério Público não terem recebidos ligação ou qualquer tipo de comunicado por parte da empresa (CORRÊA; LIMA; GOMIDE, 2015).

Muitas construções civis foram destruídas ou parcialmente destruídas, algumas restaram apenas às paredes outras só a lembrança na mente dos moradores. Uma

operação denominada S.O.S Patrimônio conseguiu recuperar 310 peças sacras atingidas pelo mar de lama de rejeitos liberados pela barragem. O maior número recuperado foi no distrito de Bento Rodrigues, na igreja de Nossa Senhora das Mercês, onde foram encontrados 260 itens, 39 estavam na Matriz de Santo Antônio, em Paracatu de Baixo e 11 na Igreja de Nossa Senhora da Conceição, em Gesteria, Distrito de Barra Longa, onde ainda passarão por avaliação se há possibilidade de restauração ou não. Essas peças são do século 18 e são consideradas patrimônio cultural de Minas Gerais (VALE; WERNECK, 2015).

Segundo Lopes e Ribeiro (2015) essa tragédia ocasionou em vários prejuízos na saúde da população que por causa da contaminação do rio Doce e afluentes a água de má qualidade provocou o aumento de pessoas doentes com sintomas de vômitos e diarreia. Devido a isso, pessoas tiveram que arcar com a compra de água mineral para consumo imediato.

No município de Resplendor (MG), os índios Krenak, conhecidos como os Borum do Watu, onde o “Watu” é o Rio Doce segundo seu dialeto, foram bastante afetados, pois utilizavam o rio para tudo, como peixes para alimentação, água para consumo, banho e lavar as coisas, e para prática de seus rituais religiosos. Em depoimento o índio D. Krenak⁹ relata que o Watu é sagrado e “é como perder um parente. A gente sente que perdeu uma mãe, um pai” (MANTOVANI; POLATO, 2015).

Em entrevista ao jornal El País D. K.¹⁰ de 36 anos, formada em história, relata que a tradição foi completamente afetada e afirma “nossa língua, nosso lazer, nossa pesca e até mesmo nossa religião estão associados ao Rio Doce” e pergunta: “como será o futuro de nossos filhos?” (ARAÚJO, 2015).

Mesmo a lama sendo considerada pouco toxica pelo consultor americano David Chamber, em entrevista à revista Época, causa danos irreparáveis principalmente no município de Bento Rodrigues que nunca mais poderá ser recuperado, pois a lama ao secar impermeabiliza o solo, impossibilitando o plantio da vegetação. Esse material pode assorear rios, nascente e margens. O mesmo ainda afirma que a pilha de rejeito altera o hábitat aquático, mudando a largura e profundidade dos rios, afetando assim a alimentação e reprodução dos peixes (CORRÊA; LIMA; GOMIDE, 2015).

⁹ D. Krenak

¹⁰ D.k

A economia local teve que se voltar para atividades pós-tragédia. Quase todos os pescadores da comunidade de Regência (ES) estão trabalhando para a Samarco. Do total de 68 pescadores, 45 trabalham utilizando os seus botes e barcos com valor da diária de R\$ 150,00, valor menor do que eles ganhavam com a pesca.

O pescador A.S¹¹ de 44 anos em entrevista para a folha de São Paulo afirma que foi bom ter sido contratado “se não tivéssemos trabalhando, ficaríamos atoa, passando o dia a olhar para água” (FERRAZ; PRADO, 2015).

Uma das atividades desenvolvidas por esses pescadores é o monitoramento do trecho final do rio que está cercado por 9.000 metros de barreiras com boias que foram instaladas com objetivo de isolar a fauna e a flora do entorno (FERRAZ; PRADO, 2015).

As vítimas dessa tragédia perderam suas moradias e tiveram que ser direcionadas ao ginásio de Mariana e só depois a empresa SAMARCO encaminhou os desabrigados para hotéis, mas para isso acontecer foi necessária à intervenção do Ministério Público por achar o espaço inadequado para alocar a população. Sete dias após a tragédia ainda não havia sido fornecido um plano para abastecimento de água potável aos municípios afetados (POEMAS, 2015).

O impacto ocasionado pelo rompimento da barragem de Fundão não só ficou restrito ao povoado de Bento Rodrigues, como consta no Estudo de Impacto Ambiental, desenvolvido pela empresa Samarco. A lama estendeu-se por Bento Rodrigues, Paracatu de Baixo, Gesteira, Barra Longa e povoados do distrito de Camargo, em Mariana, causando perdas de vidas humanas, dentre eles trabalhadores da Samarco e moradores, totalizando 19 pessoas. A lama deixou cerca de 1.200 pessoas desabrigadas, cerca de 1.469 hectares de terras destruídas, incluindo Áreas de Preservação Permanente (App) e Unidades de Conservação (UC) (POEMAS, 2015).

A lama atingiu 35 cidades de Minas Gerais e três no Espírito Santo. Chegou ao Rio Doce provocando a morte de vários peixes em escala nunca vista antes (cerca de 11 toneladas). Atualmente, são 80 espécies diversificadas gravemente afetadas. Muitos rios e riachos foram soterrados pela lama ou assoreados, comprometendo todo o ecossistema. A lama não só ficou restrita ao rio, mas se alastrou até o mar.

A questão social também é preocupante, pois ficaram sem água, dependendo de doações. Esse, porém, não é o único impacto do desabastecimento, as atividades

¹¹ A. S.

econômicas também foram prejudicadas (JACOBI; CIBIM, 2015; IBAMA, 2015a; MINAS GERAIS, 2016).

A catástrofe impactou flora, fauna, áreas marítimas e de conservação além de causar prejuízos ao patrimônio, às atividades pesqueiras, agropecuária, lazer e turismo na região. Os impactos causados a saúde humana são bem preocupantes, tanto os físicos quanto os psicológicos (IBAMA, 2015 a; MINAS GERAIS, 2016).

Os documentos obtidos através da mídia e os decorrentes de estudos identificam que o desastre ambiental ocasionado pelo rompimento da barragem de Fundão, trouxe graves consequências, muitos irreparáveis para a população, como exemplo a perda de vidas humanas. Não só os danos físicos são notados; os psicológicos são visíveis no olhar de cada cidadão afetado. Principalmente para as famílias das 19 pessoas encontradas mortas.

Devido à morte de toneladas de peixes os pescadores acabaram por perder o meio de sustento da família, o assoreamento dos rios eliminam a possibilidade de voltar a ser utilizados como fonte de renda.

A falta de fornecimento de água potável foi identificada em todas as fontes de pesquisa. Além de prejuízos nas torneiras da população que dependem da água para se alimentar e outros serviços do lar. As atividades econômicas também ficaram prejudicadas pelo desabastecimento de água, como consequência houve a redução de produção e com isso a diminuição da mão de obra.

Verificou-se que o rompimento da barragem de Fundão, localizada no município de Mariana-MG realmente provocou vários impactos ambientais negativos, que foram e são citados pela mídia nacional numa perspectiva econômica e social.

A maior certeza com relação a essa tragédia é que houve negligência sobre os estudos ambientais, ressaltando a falta de rigor no que diz respeito a aplicação das leis. Muitos dos impactos negativos poderiam ter sido evitados ou até mesmo minimizados se as normas ambientais tivessem sido cumpridas por todos os órgãos e instituições responsáveis. Não é apenas a empresa Samarco que deve ser considerada culpada! Se os órgãos competentes tivessem cumprido o seu papel, a tragédia poderia ter sido evitada, vidas teriam sido poupadas, sangue não teria sido derramado, os sistemas ambientais não sido perturbados e seres humanos não teriam suas histórias, culturas e sustentos arrastados pela lama.

Houve series de negligências e quem pagou por isso foi à população de Bento Rodrigues e adjacências, assim como, todos os seres que habitavam a região.

6 CONCLUSÃO

O rompimento da Barragem de Fundão ocorrido em novembro de 2015, localizada no município de Mariana em Minas Gerais, provocou diferentes impactos ambientais que mudaram negativamente os habitats de seres vivos inclusive os seres humanos.

Foram identificados 16 impactos: alteração no padrão de vida, assoreamento dos rios, contaminação de águas, desemprego, destruição de bens imateriais, destruição de bens materiais, destruição de ecossistema, distúrbios emocionais, morte de moradores, perda de biodiversidade, perda de produtividade agrícola, prejuízo econômico, prejuízos à saúde pública, prejuízos ao solo, solidariedade e suspensão de abastecimento de água. Deste total, apenas um foi considerado de natureza positiva, a solidariedade entre os moradores afetados.

Dentre os impactos identificados prevaleceram os impactos sociais (75%), seguido de econômicos (69%) e ambientais (38%). Apenas os impactos sociais foram demonstrados isoladamente (31,3%), enquanto os demais não foram considerados isoladamente.

Constatou-se que segundo a mídia nacional, a tragédia foi gerada por negligência da empresa Samarco que não realizou a devida manutenção na barragem. Nos documentos estudados a culpa não foi apenas da empresa, os órgãos responsáveis pela fiscalização também teve sua colaboração no rompimento da Barragem de Fundão. Os moradores acreditam que a culpa é da empresa que não realizou a manutenção e que também não os avisou sobre a liberação da enxurrada de lama. Apesar das causas da tragédia ainda não estarem claras, sabe-se que houve falhas tanto na fiscalização, quanto no monitoramento da barragem por parte da empresa. Medidas por parte da empresa só foram tomadas dias após o ocorrido.

A preocupação foi centrada apenas na visão antropocêntrica que tem como modelo capitalista, que tem por princípio o lucro. Os impactos mais graves ocasionados pelo rompimento estão relacionados ao meio ambiente, pois envolvem o bem estar e a manutenção da própria espécie *Homo sapiens* e estes, são os principais responsáveis pelos impactos negativos na natureza tendo como efeito dominó, prejudicando vários ecossistemas, demandando novos nichos ecológicos. No entanto, os destaques foram centralizados no meio social de caráter econômico.

O Ministério público e órgãos responsáveis estão tratando do caso aplicando multas e exigindo da Samarco as providencias cabíveis. O Rio doce está recebendo

monitoramento constante por parte da empresa Samarco que contratou alguns moradores para fiscalizar e impedir que a lama se espalhe ainda mais pelo Rio.

O rompimento da Barragem de Fundão localizada no município de Mariana – MG provocou diferentes impactos ambientais negativos que foram evidenciados pela mídia com ênfase no contexto social e econômico. Comprovando assim, a hipótese do trabalho de que a mídia nacional possui percepção ambiental centrada no paradigma antropocêntrico.

Para evitar que o cenário analisado neste trabalho não se repita e que os seres vivos sejam poupados, recomenda-se:

- Cumprimento das Leis, especialmente do artigo 225 da Constituição Federal;
- Aumento do número de pessoas capacitadas para fiscalização;
- Maior compromisso dos gestores públicos e privados;
- Criar secretarias estaduais e municipais de meio ambiente, de modo a favorecer a fiscalização referente aos empreendimentos potencialmente prejudiciais ao meio ambiente;
- Favorecer a participação popular na tomada de decisão relativa à implantação de empreendimentos potencialmente prejudiciais ao meio ambiente;
- Condicionar a renovação da licença ambiental ao atendimento da legislação ambiental, principalmente, no que concerne a análise de riscos ao Plano de Ação Emergencial, de modo, a evitar e/ou prevenir a degradação dos sistemas ambientais, sociais e econômicos;
- Aplicar as multas e compensações resultantes de crimes ambientais na recuperação das áreas degradadas e inserção socioeconômica da população afetada;
- Investir na formação em educação ambiental nos diferentes setores da sociedade, concretizando o que prevê a lei 9.795/99;
- Inserir na grade curricular do ensino fundamental, médio e universitário (todos os cursos) o tema meio ambiente, forma transversal e interdisciplinar.

REFERÊNCIAS

ABÍLIO, F.J.P.; FLORENTINO, H. da S. (Org.). **Educação Ambiental: da Pedagogia Dialógica a Sustentabilidade no Semiárido**. Editora da UFPB, 2014.

ALVES, I. J. B. da R.; SILVA, M. M. P. da; SILVA, J. da R. Diagnóstico Das Publicações na Revista Eletrônica do Mestrado de Educação Ambiental (REMEA), Entre 2005 e 2010, Abordando a Temática Sob a Ótica do Professor. **Revista De Biologia e Farmácia – BIOFAR**, v. 06, n. 02, 2011.

AMOY, R. de A.. Princípio da Precaução e Estudo de Impacto Ambiental do Direito Brasileiro. **Revista da Faculdade de Direito de Campos**, Ano VII, Nº 8, 2006.

AQUINO, Y. ONU: resposta ao desastre em Mariana tem que ser mais ativa. **EBC Agência Brasil**, 2015. Disponível em: <
<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2015-12/onu-resposta-ao-desastre-de-mariana-tem-que-ser-mais-ativa>> Acesso em 14/07/2016.

ARAÚJO, A.F. et al. Principais Considerações Sobre o Estudo de Impacto Ambiental. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, vol.7, N.12, 2011.

ARAÚJO, H. **Tsunami de lama tóxica, o maior desastre ambiental do Brasil: Barragem de mineradora faz estragos no rio Doce e põe em risco todo um ecossistema. Jornal El País, Brasil, 2015**. Disponível em:
http://brasil.elpais.com/brasil/2015/12/30/politica/1451479172_309602.html. Acesso em: 31/06/2016

ARAÚJO, J. de S.; VETTORAZZI, K. M. A sustentabilidade de produtos e serviços enquanto pré-requisito ao consumo consciente. **Revista de Direito Econômico e Socioambiental**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 109-126, jan./jun. 2010.

BALBI, D. F.; VIEIRA, E. C. F. Planos de emergência de barragens na CEMIG GT. **Revista CIER**, nº 56, p. 20-31, 2010.

BERTONI, E.; COISSI, J.; MARQUES, J.. Plano de emergência de mineradora Samarco ignora alerta a moradores. **Folha de São Paulo**, 2015. Disponível em:
<http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2015/11/1709264-plano-de-emergencia-de-mineradora-samarco-ignora-alerta-a-moradores.shtml>. Acesso em: 30/06/2016

BRASIL, Câmara dos Deputados. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Câmara dos Deputados, Centro de Documentação e Informação**, 1981.

BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986 Publicada no DOU, de 17 de fevereiro de 1986, Seção 1, páginas 2548-2549. **Resolução CONAMA**, nº 1, 1986.

BRASIL, Câmara dos Deputados. Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990. **Câmara dos Deputados, Centro de Documentação e Informação**, 1990.

BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução CONAMA nº 2, de 18 de abril de 1996. **Resolução CONAMA**, nº 2, 1996.

BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. RESOLUÇÃO CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997. **DOU** nº 247, Seção 1, páginas 30841-30843, 22 de dezembro de 1997.

BRASIL, NR 22 - Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração. **DOU**, nº 2.037, de 15 de dezembro de 1999.

BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução CONAMA nº 306 a. **DOU**, 2002.

BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. RESOLUÇÃO CONAMA nº 371, de 5 de abril de 2006. **DOU** nº 67, Seção 1, página 45, 2006.

BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 378, de 19 de outubro de 2006 a. **DOU**, nº 202, pág. 175, 2006.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Legislação Ambiental Básica. Consultoria Jurídica. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, **UNESCO**, 2008.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Programa Nacional de Capacitação de gestores ambientais: licenciamento ambiental. Brasília, **MMA**, 2009.

BRASIL, Câmara dos Deputados. Legislação brasileira sobre meio ambiente. **Edições Câmara**, 2. ed. Série legislação, n. 45, 2010.

BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resoluções do CONAMA: Resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: **MMA**, 2012.

BRASIL, Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. **DOU** nº 12 – quinta-feira, 13 de junho de 2013 – Seção 1 – Página 59, 2012.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia – MME. Contratação de Consultoria para Realizar o Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental da Mineração em Pequena Escala no Brasil. **MME**, 2014.

BRASIL, Agência Nacional de Águas. **Relatório de Segurança de Barragens 2014**. Agência Nacional de Águas – ANA, 2015.

BRASIL, Serviço Público Federal. **Nota Técnica nº 001/2016 – Presidente/IBAMA Termo de Transação e de Ajustamento de Conduta Relativo ao Rompimento da Barragem do Fundão em Mariana/MG**. Programas Socioambientais, 2016.

CANO, W.. A desindustrialização no Brasil. **Economia e Sociedade**, Campinas, v. 21, Número Especial, p. 831-851, dez. 2012.

CARVALO, P. S. L. et al. INSUMOS Básicos: Minério de Ferro. **BNDES Setorial**, nº 39, p. 197-234, 2013.

CONEXÃO R.. Tragédia Ambiental. Reportagem exibida em 29 de novembro de 2015. Disponível em <www.youtube.com/watch?v=QJTBe3LwKvY>. Acesso em 25/07/2016.

CORRÊA, H.; LIMA, S.; GOMIDE, R. Mariana: os dramas e as culpas pela tragédia. Um dos maiores desastres ambientais do país faz um povoado desaparecer, arrasa um rio e mostra que o Brasil precisa punir com mais rigor. **Revista Época**, 2015.

CORUJO, M. T. V. de F. **Organizações de Minas Gerais articuladas em rede no enfrentamento à mineração**. Movimento pelas Serras e Águas de Minas Movimento pela Preservação da Serra do Gandarela, Minas Gerais, 26 de fevereiro de 2014.

COLLISCHONN, W.; TUCCI, C. E, M. Análise do Rompimento Hipotético da Barragem de Ernestina. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos** – RBDH, vol. 2, nº2, 1997.

CPEA - CONSULTORIA PAULISTA DE ESTUDOS AMBIENTAIS. Terminal Fluvial de Granéis Sólidos da Cargill Agrícola S.A. RIMA: Relatório de Impacto Ambiental. **CPEA**, 2010.

DAGNINO, RICARDO DE SAMPAIO; CARPI JUNIOR, SALVADOR. Risco Ambiental: Conceitos e Aplicações. **Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro, vol.2, n.2, 2007.

Desastre de Mariana causa destruição de mais de 660 quilômetros de rios. **Jornal do Brasil**, 2016. Disponível em: <<http://www.jb.com.br/pais/noticias/2016/01/06/desastre-de-mariana-causa-destruicao-de-mais-de-660-quilometros-de-rios/>>. Acesso em: 30/06/2016.

ENRÍQUEZ, M. A. R. DA S. Mineração e desenvolvimento sustentável - é possível conciliar?. **Revista Iberoamericana de Economia Ecológica**, Vol. 12, 2009.

FARIAS, C. E. G. MINERAÇÃO E MEIO AMBIENTE NO BRASIL. **Relatório Preparado para o CGEE**, OUTUBRO, 2002.

FELIPPE, M. F. *et al.* A TRAGÉDIA DO RIO DOCE A LAMA, O POVO E A ÁGUA. Relatório da Expedição ao Rio Doce. UFMG e UFJF. **LESTE; Geomorfologia e Recursos Hídricos; TERRA**, 2016.

FERRAZ, L.; PRADO, A. O caminho da lama. **Folha de São Paulo**, cap. 5, 2015. Disponível em: <<http://temas.folha.uol.com.br/o-caminho-da-lama/capitulo-5/apos-chegada-da-lama-desalento-domina-litoral-do-espirito-santo.shtml>>. Acesso em: 29/06/2016.

FIGUEIREDO, L. M. **Políticas Públicas para a Sustentabilidade**. Curso de especialização em Gestão de Sustentabilidade Responsabilidade Corporativa - ECO 819 UNICAMP, Instituto de Economia, 2009.

FIGUEIREDO, L. V. B. **Manual do Termo de Referência**. Prefeitura Municipal de São José do Calçado, administração 2013/2016, 2014.

FONTES, W. C. **Utilização do rejeito de barragem de minério de ferro como agregado reciclado para argamassas de revestimento e assentamento**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, 2013.

GADELHA, C. A. G. Desenvolvimento, complexo industrial da saúde e política Industrial. **Revista Saúde Pública**, 2006.

GALVÃO SOBRINHO, A. R. de V. **Metodologia para Implantação de um Sistema de Disposição de Rejeitos em Minério de Ferro na Região do Semiárido: Estudo de Caso**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária, 2014.

GARCIA, G.; FUSCO, N.; GONÇALVES, E. Os Heróis de Mariana: Conheça os personagens que percorreram o distrito histórico de Bento Rodrigues para salvar os vizinhos em meio ao tsunami de lama provocado por rompimento de barragens de rejeitos da mineradora Samarco. Reportagem especial. Revista **Veja**. Editora Abril S.A., 2015.

GERAQUE, E.; MENA, F. Tragédia em Minas Gerais deve secar rios e criar ‘deserto de lama’. **Folha de São Paulo**, 2015. Disponível em <<http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2015/11/1706510-tragedia-em-minas-gerais-deve-secar-rios-e-criar-deserto-de-lama.shtml>> Acesso em: 29/06/2016.

GONÇALVES, E. Novo deslizamento é registrado em barragem de Mariana. Samarco emite alerta. **Revista Veja.com**, 2016. Disponível em <<http://veja.abril.com.br/noticia/brasil/novo-deslizamento-e-registrado-em-mariana-samarco-emite-alerta>>. Acesso em: 30/06/2016.

GUIMARÃES, G. Relatório preliminar. Comissão externa do rompimento de barragem na região de mariana – MG (Cexbarra). **Câmara dos deputados**, 2015.

IDEMA, INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE. Termo De Referência Diagnóstico Ambiental Para Licença Simplificada Atividades de Mineração. **IDEMA**, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE - IBAMA. Ibama monitora avanço dos rejeitos de mineração e auxilia resgates em Mariana (MG). **IBAMA**, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE – IBAMA. Laudo Técnico Preliminar: Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais, **IBAMA**, 2015 a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. 2000. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE. **Estimativas da População Residente nos Municípios Brasileiros**. Julho de 2015.

INSTITUTO PRÍSTINO. **Análise Técnica Referente à Revalidação da Licença Operacional da Barragem de Rejeitos do Fundão – SAMARCO MINERAÇÃO S/A**. Laudo Técnico, Belo Horizonte, 2013.

JACOBI, P. Educação Ambiental, Cidadania e Sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, n. 118, março, 2003.

JACOBI, P. R.; CIBIM, J. A Necessária Compreensão das Consequências Ampliadas de um Desastre **Ambiente & sociedade**, vol.18 n°.4, São Paulo, 2015.

JUSTIÇA GLOBAL. Vale de Lama. Relatório de inspeção em Mariana após o rompimento da barragem de rejeitos do Fundão. **Justiça Global**, 2015.

KNAPIK, P.; MARANHO, L. T. Avaliação da Revegetação em Área de Mineração, Região de Inundação do Rio Iguçu, Araucária, PR. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 507-509, jul. 2007.

KOCHEN, R. Segurança de Barragens e a tragédia em Mariana – MG. **Revista de Engenharia**, 2016. Disponível em: <
http://www.institutodeengenharia.org.br/site/noticias/exibe/id_sessao/70/id_colunista/31/id_noticia/9732/Seguran%C3%A7a-de-Barragens-e-a-trag%C3%A9dia-em-Mariana---MG>. Acesso em: 25/05/2016.

KIRCHHOFF, D. **Avaliação de Risco Ambiental e o Processo de Licenciamento: o caso do gasoduto de distribuição do gás brasileiro trecho São Carlos** – Porto Ferreira. 2006. Dissertação (mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

LOBATO, P. H. Rio Doce é o retrado da maior tragédia ambiental do Brasil: Ribeirinhos, agricultores, peixes, gado e animais silvestres integram longa lista de atingidos pela catástrofe que alcançou o Oceano Atlântico pelo leito do Rio Doce. Uns não podem mais usufruir das águas. Outros morreram vítimas delas. **EM Digital**, 2015. Disponível em: <
http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2015/11/22/interna_gerais,710391/rio-doce-e-o-retrato-da-maior-tragedia-ambiental-do-brasil.shtml>. Acesso em: 26/06/2016.

LOPES, V.; RIBEIRO, L. **Municípios as margens do rio doce ainda sofrem com a escassez e qualidade de água**. Disponível em:
http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2015/12/03/interna_gerais,713755/municipios-as-margens-do-rio-doce-ainda-sofrem-com-a-escassez-e-qualid.shtml. Acesso em: 04/07/2016.

MARENT, B. R.; LAMOUNIER, W. L.; GONTIJO, B. M. Conflitos ambientais na Serra do Gandarela, Quadrilátero Ferrífero - MG: mineração x preservação. **Geografias**, ARTIGO CIENTIFICOS, Belo Horizonte 07(1) 99-113, 2011.

MARQUES FILHO, JOSÉ. Ética em Pesquisa: Dez Anos da Resolução CNS 196/96. **Revista Brasileira Reumatol**, v. 47, n.1, p. 2-3, 2007.

MARQUES, J. L. N. **Plano de Emergência Interno de Barragens**. Dissertação - Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa, 2014.

MARTIN, Â. M. T. **Produtividade Versus Qualidade de Vida no Trabalho, “Uma Análise dos Aspectos que Afetam o Desempenho, Criatividade, Relacionamento e Auto Estima dos Funcionários no Ambiente de Trabalho”**. Monografia (Pós Graduação “Lato Sensu” em Gestão de Recursos Humanos – Projeto Vez do Mestre, Universidade Candido Mendes, Niterói, Rio de Janeiro, 2004.

MANTOVANI, F.; POLATO, A. **A vida após a lama**. 2015. Disponível em: <http://especiais.g1.globo.com/minas-gerais/2015/desastre-ambiental-em-mariana/a-vida-apos-a-lama/> Acesso em: 04/07/2016.

MATA, H. T. C.; CAVALCANTI, J. E. A. A Ética Ambiental e o Desenvolvimento Sustentável. **Revista de Economia Política**, vol. 22, nº 1 (85), 2002.

MECHI, A.; SANCHES, D. L.. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. **Estudos avançados**, 24 (68), 2010.

MINAS GERAIS (Estado). Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional, Política Urbana e Gestão Metropolitana. **Relatório: Avaliação dos efeitos e desdobramentos do rompimento da Barragem de Fundão em Mariana-MG**. Belo Horizonte: Grupo força tarefa, 2016.

MODESTO, C.; RIBEIRO, B. Três Meses da Tragédia de Mariana. **Jornal Cruzeiro do Sul**, 2016.

MOREIRA, A. C. M. L. **Conceitos de Ambiente e de Impacto Ambiental Aplicáveis ao Meio Urbano**. Estrato da tese de doutorado intitulada Megaprojetos e Ambiente Urbano: metodologia para elaboração do Relatório de Impacto de Vizinhança, apresentada a FAU-USP, 1997.

MOURA, M. G. de. Manual técnico do licenciamento ambiental com EIA-RIMA. **FEPAM**, 2006.

MUCELIN, C. A.; BELLINI, M. Lixo e Impactos Ambientais Perceptíveis no Ecosistema Urbano. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 20 (1): 111-124, 2008.
NASCIMENTO, ALAIR MARTINS DO. Ética. Semeie onde você for. Código de ética e conduta do Sistema Intergrado Martins. **Cartilha**, 2015.

NEVES, F.F. et al. A Avaliação de Impactos Ambientais no Contexto de Aplicação dos Instrumentos de Política Ambiental. **Interface Tecnológica**, V. 10, N. 1, P. 83-94, 2013.

OLIVEIRA, A. A. DE; BURSZTYN. M. Avaliação de impacto ambiental de políticas públicas. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, Vol. 2, n. 3, p. 45-56, 2001.

OLIVEIRA FILHO, GERSON R. Da Lama ao Caos: a lição de Mariana. **Jornal Tribuna de Minas**, 2015.

OMETTO, A. R.; SOUZA, M. P. de; GUELERE FILHO, A. A Gestão Ambiental nos Sistemas Produtivos. **Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção**, nº. 6, P. 22 – 36, 2007.

PELLIN, A. et al. Avaliação Ambiental Estratégica no Brasil: considerações a respeito do papel das agências multilaterais de desenvolvimento. **Eng Sanit Ambient.**, v.16 n.1 ,jan/mar 2011.

PEREIRA, E. L. **Estudo do Potencial de Liquefação de Rejeitos de Minério de Ferro sob Carregamento Estático**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Departamento de Engenharia Civil. Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, 2005.

PoEMAS, Política, Economia, Mineração, Ambiente e Sociedade. **Antes fosse mais leve a carga: avaliação dos aspectos econômicos, políticos e sociais do desastre da Samarco/Vale/BHP em Mariana (MG)**. Mimeo, 2015.

PONTES, F.; CARDOSO, A. Barragem da Samarco em Mariana registra novo vazamento de resíduos. **Agência Brasil- EBC**, 2016. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2016-01/barragem-em-mariana-tem-novo-vazamento-de-residuos>>. Acesso em 04/07/2016.

PORTO, M. F. de S. A tragédia da mineração e do desenvolvimento no Brasil: desafios para a saúde coletiva. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 32 (2), fev, 2016.

PRADO FILHO, J. F. do; SOUZA, M. P. O Licenciamento Ambiental da Mineração no Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais – Uma Análise da Implementação de Medidas de Controle Ambiental Formuladas em EIAS/RIMAS. **Eng. Sanit. Ambient.** Vol. 9 - Nº 4 – Out./ Dez., 2004.

RABELO, D. C.; TEIXEIRA, E. C.; ESPLUGA, J. L. A participação cidadã no plano de bacia do rio Doce: análise a partir do Termo de Referência. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, 2012.

RADA, Relatório de Avaliação do Desempenho Ambiental. Barragem de Fundão. **SAMARCO**, 2013.

RIBEIRO, L. G. G; REZENDE, E. N. Mina do Engenho: rompimento de barragem. Homicídio como crime ambiental: uma teratológica acepção de Direito Penal?. **Revista Direito Ambiental e sociedade**, v. 5, n. 1, 2015.

RODRIGUES, A. C. M. *et al.* Análise dos Indicadores Socioeconômicos dos Municípios Mineradores e Não Mineradores do Estado de Minas Gerais. **Revista de C. Humanas**, Vol. 8, Nº 1, P. 51-68, 2008.

SAMARCO MINERAÇÃO S.A. Dossiê. **SAMARCO** Março de 2016. Disponível em: <www.samarco.com>. Acesso em: 05/03/2016.

SAMARCO MINERAÇÃO S.A. **Relatório Anual de Sustentabilidade 2014**. Samarco, 2014.

SAMARCO MINERAÇÃO S.A. **Relatório de Atividades: Programas Sócios Ambientais Desenvolvidos Junto às Comunidades da Área de Influência Direta do Empreendimento**. Anchieta, junho de 2011.

SANCHES, C. S.. Gestão ambiental proativa. **RAE - Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 40, nº 1, 2000.

SÁNCHEZ, L. E. Gerenciamento Ambiental e Indústria de Mineração. **Revista de administração**, São Paulo. v. 29, p 67-75,1994.

SÁNCHEZ, L. E. Avaliação de Impacto Ambiental: Conceitos e Métodos. **Oficina de Textos**, São Paulo, 2008.

SANTOTO, F. P. **Qualidade no Atendimento ao Cliente Ouvidoria**. Monografia Universidade Candido Mendes Pós-Graduação “Lato Sensu” Projeto: A Vez Do Mestre, 2008.

SERVIÇOS DE CONSULTORIA EM MEIO AMBIENTE Ltda. – CEPEMAR. Samarco Mineração S.A. **Relatório de Impacto Ambiental - RIMA do Projeto da 4º Usina de Pelotização em Ponta de Ubu - ES**. Relatório Técnico Final CPM RT 409/09, 2009.

SILVA, J. P. S. Impactos ambientais causados por mineração. **Revista espaço da sophia**, nº 08, novembro, 2007.

SILVEIRA, R. L. **Avaliação dos métodos de levantamento do meio biológico terrestre em estudos de impacto ambiental para a construção de usinas hidrelétricas na região do Cerrado**. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2006.

SOUZA, A. P. B. de. *et al.* Avaliação de Impactos Ambientais Através da Percepção de Trabalhadores de uma Empresa Mineradora: Um Estudo de Caso no Município de Pedra Lavrada – PB. **Qualit@s Revista Eletrônica**, vol.9. nº 2, 2010.

SOUSA, A. C. C. **Responsabilidade Social e Desenvolvimento Sustentável: A Incorporação dos Conceitos à Estratégia Empresarial**. Dissertação - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, 2006.

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE REGULARIZAÇÃO AMBIENTAL CENTRAL METROPOLITANA – SUPRAM. **Parecer técnico da Barragem de Fundão**, 2013.

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE REGULARIZAÇÃO AMBIENTAL DA ZONA DA MATA – SUPRAM. Parecer de Adendo, **Processo Integrado de Regularização Ambiental**, 2011.

TAQUES, L. **Guerra pela água: moradores enfrentam consequências da contaminação do Rio Doce**. 2016. Disponível em: <http://tragedianunciada.mabnacional.org.br/2016/02/02/guerra-pela-agua-moradores-enfrentam-consequencias-da-contaminacao-do-rio-doce>. Acesso em 04/07/2016.

TAVARES, M. A. **Estudo de Caso: A Aplicação do Plano de Ação de Emergência Orientado a Simulação em uma Instituição de Ensino**. 2011. Monografia (Pós Graduação Especialização em Engenharia de Segurança no Trabalho) Universidade Do Extremo Sul Catarinense – Unesc.

WANDERLEY, L. J. M. Recursos minerais na Amazônia brasileira: impactos e perspectivas. IN: Malerba, Julianna (org.); Milanez, Bruno; Wanderley, Luiz Jardim. **Novo Marco Legal da Mineração no Brasil: Para quê? Para quem?**. Federação de órgãos para Assistência Social e Educacional – FASE, 1ª edição, Rio de Janeiro, 2012.

VALE, J. H. do; WERNECK, G. Operação já resgatou 310 peças sacras em comunidades atingidas por tragédia. **EM Digital**, 2015. Disponível em: http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2015/11/19/interna_gerais,709822/operacao-ja-resgatou-310-pecas-sacras-em-comunidades-atingidas-por-tra.shtml. Acesso em 04/07/2016.

VIANA, M. B. Legislação Sobre Licenciamento Ambiental: Histórico, Controvérsias e Perspectivas. **Consultoria Legislativa**, fevereiro, 2005.

VIANA, M. B. **Licenciamento Ambiental de Minerações em Minas Gerais: Novas Abordagens de Gestão**. 2007. Dissertação (mestrado) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília.

VIEIRA, M. G. **Produção de um *pellet feed* a partir da concentração do rejeito da flotação mecânica da SAMARCO**. 2008. Dissertação (mestrado) (Curso de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas) - Escola de Engenharia da UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

