

# **O Impacto Ambiental Sobre Os Recursos Hídricos No Caso Brumadinho: Consequências Jurídicas**

## **The Environmental Impact On Water Resources In The Brumadinho Case: Legal Consequences**

Andressa Dué Nascimento Souza<sup>1</sup>

Letícia de Oliveira Silva<sup>2</sup>

Priscilla Santana Silva<sup>3</sup>

Paulo Victor Dafico Moreira da Costa Gomes<sup>4</sup>

**Resumo:** O presente trabalho tem por tema o impacto ambiental sobre os recursos hídricos no caso Brumadinho com ênfase nas consequências jurídicas, haja vista a comum ocorrência dos rompimentos das barragens de rejeitos no Brasil e os sérios riscos que as substâncias contidas nesses rejeitos apresentam à natureza e à vida humana. Sendo assim, a pesquisa objetiva analisar os danos causados pelo rompimento da Barragem I apresentando as consequências hídricas e jurídicas desse tipo de tragédia, a fim de demonstrar a seriedade do assunto e despertar o interesse social com o intuito de evitar que desastres assim aconteçam novamente. Nesse propósito, tem-se as seguintes problematizações: como a falta de fiscalização adequada nas empresas de extração de minério; a utilização de barragens do tipo montante; negligência por parte da empresa Vale em relação a medidas de segurança e monitoramento da barragem; o alto nível de toxicidade da água do rio Paraopeba impactam todo o ecossistema ao seu redor? Para lograr êxito, o texto se divide em três capítulos: no primeiro, aborda-se a importância ambiental e socioeconômica dos recursos hídricos em Brumadinho; o segundo dispõe sobre a motivação e os requisitos normativos para a construção da barragem I, salientando também o tipo da barragem que se rompeu e como foi a sua construção; e, por fim, o terceiro capítulo discorre sobre o rompimento da barragem, apresentando relatos de sobreviventes, os danos hídricos causados e as consequências jurídicas. O artigo tem por metodologia a pesquisa bibliográfica e documental pública, utilizando-se de autores renomados tais como Pablo Stolze e Lindolfo Soares, entre outros.

**Palavras Chave:** Brumadinho, Rompimento da barragem I, Danos hídricos, Consequências jurídicas.

**Abstract:** The present research deals with the environmental impact on water resources in the Brumadinho's case, with emphasis on the legal consequences, given the common occurrence of tailings dam disruptions in Brazil and the serious risks that the substances contained on those present to nature and to human life. Thus, the research aims to analyze the damage caused by the rupture of Dam I, in Brumadinho, presenting the water resources damage and legal consequences of this type of calamity, to demonstrate the gravity of the subject and stimulate social interest in order to prevent dam disasters from happening again. So there are the following concerns: the lack of adequate supervision in ore extraction companies; the use of upstream type of dams; Vale's negligence regarding to dam safety and monitoring measures; does the high level of water toxicity of the Paraopeba river impact the entire ecosystem around it? Therefore, this research is divided

---

<sup>1</sup> Acadêmica do Curso de Direito da Universidade Evangélica de Goiás – [andressa\\_due@hotmail.com](mailto:andressa_due@hotmail.com)

<sup>2</sup> Acadêmica do Curso de Direito da Universidade Evangélica de Goiás – [leticia.silva999@hotmail.com](mailto:leticia.silva999@hotmail.com)

<sup>3</sup> Mestre. Docente do Curso de Direito da Universidade Evangélica de Goiás – [priscillasantana@hotmail.com](mailto:priscillasantana@hotmail.com)

<sup>4</sup> Advogado. Graduado em Direito pela Universidade Evangélica de Goiás – [paulovictor@albernazrocha.adv.br](mailto:paulovictor@albernazrocha.adv.br)

into three chapters: the first one will deal with the environmental and socioeconomic importance of water resources in Brumadinho; the second one deals with the motivation and normative requirements for the construction of Dam I, highlighting also the type of dam that was broken and how it was built; and finally, the third chapter discusses the dam rupture, presenting survivors reports, the water resources damage and the legal consequences. The article has as methodology the bibliographic and public documentary research, using renowned authors such as Pablo Stolze and Lindolfo Soares, among others.

**Keywords:** Brumadinho, Dam I rupture, Water damaged, Legal consequences.

## **Introdução**

O presente trabalho tem por tema o impacto ambiental sobre os recursos hídricos no caso Brumadinho com ênfase nas consequências jurídicas. Justifica-se haja vista o fato de o Brasil ser um dos países com uma maior disponibilidade de água, principalmente água doce; mas que infelizmente, nos últimos anos, tem sofrido sérios danos ambientais causados, principalmente, por rompimentos de barragens de contenção de rejeitos; acontecimentos esses, que está se tornando cada vez mais frequente no país e que acarreta no aumento da poluição hídrica, comprometendo a saúde da vida como um todo.

O objetivo no qual se embasa a pesquisa é o de avaliar a importância da água para a cidade de Brumadinho, localizada no Estado de Minas Gerais, apresentando os motivos e os requisitos para a construção das barragens e expondo os danos causados pelo rompimento da barragem I, da mina Córrego do Feijão, aos recursos hídricos, principalmente ao rio Paraopeba, um dos principais mananciais de água da cidade, retratando as consequências hídricas e jurídicas desse tipo de tragédia a fim de demonstrar a seriedade do assunto e despertar o interesse social com o intuito de evitar que desastres assim possam acontecer novamente. Para tanto, tem-se a seguinte problematização: a falta de uma fiscalização adequada nas empresas de extração de minérios, a utilização de barragens de contenção de rejeitos do tipo montante, que são extremamente instáveis e sem um controle interno adequado, a negligência da empresa Vale em relação a medidas de segurança e monitoramento da barragem, o alto nível de toxicidade da água do rio Paraopeba impactando todo o ecossistema ao seu redor, questões estas que serão discutidas ao longo do artigo.

Ante o exposto, por uma questão didática, o trabalho se divide em três capítulos, sendo que no primeiro é abordada a importância ambiental e socioeconômica dos recursos hídricos na cidade de Brumadinho, antes da tragédia, apresentando seus rios, parques e aquíferos minerais,

assim como a utilização da água para consumo e também na agricultura, na indústria e no turismo. O segundo capítulo dispõe o sobre a motivação e os requisitos normativos para a construção da barragem I, salientando também qual era o tipo da barragem que se rompeu e como foi sua construção. E, por fim, o terceiro capítulo discorre sobre o rompimento da barragem I, apresentando relatos de sobreviventes, expondo os danos hídricos causados, como esses danos refletiram na biodiversidade e quais as consequências jurídicas resultantes do desastre para a empresa.

Por fim, para que lograsse êxito o trabalho tem por metodologia a pesquisa bibliográfica, utilizando-se de autores de renomes, tais como: Pablo Stolze, Lindolfo Soares, Terezinha Espósito, Fernando Lozano, Haroldo Paranhos, Darlan Alvarenga e Marta Cavalini, entre outros.

## **1. Recursos Hídricos Em Brumadinho**

Brumadinho foi palco de umas das maiores tragédias mundiais envolvendo barragens de contenção de rejeitos. Essas catástrofes são temidas porque, além de destruir tudo o que está em seu caminho elas também causam sérios danos ambientais.

Para entender os problemas hídricos que se estenderam à Brumadinho faz-se necessário compreender como era a cidade, em qual estado ela está localizada, quais os rios que a banham, como era a distribuição de água potável e as bacias de captação de água, além das áreas de preservação ambiental. Não obstante, também é importante salientar a principal fonte econômica da cidade e como se dava a utilização da água para o desenvolvimento da agricultura, pecuária, indústria e turismo.

### **1.1. Importância Ambiental**

O Município Brumadinho, situado no Estado de Minas Gerais, localiza-se na região Metropolitana de Belo Horizonte. Sua população é de, aproximadamente, 39 mil habitantes, de acordo com dados do IBGE.

Devido as suas características geográficas - relevo montanhoso e uma imensa extensão territorial - Brumadinho possui uma grande diversidade de Mananciais de águas, estando banhado pelos rios: Manso, que é uma das principais bacias para a captação de água em Belo Horizonte,

Águas Claras, Veloso, e Paraopeba, que contorna o município em toda a sua extensão, sendo um dos principais afluentes que desaguam no Rio São Francisco. Esses recursos são importantes para a implantação de sistemas de preservação e distribuição de água potável, exercida pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA). Esse sistema foi instituído, por exemplo, em rio Manso e Catarina, que são responsáveis por abastecer em torno de 1\4 da região metropolitana. Além desses rios, o Parque da Serra do Rola Moça, o terceiro maior parque de área urbana do país situado na região metropolitana de Belo Horizonte, também contribui para a distribuição de água na região uma vez que serve de abrigo a seis mananciais, sendo eles: Barreiro, Mutuca, Tabões, Bálsamo, Rola Moça e Catarina (este último citado no exemplo a cima). O Governo Estadual, para garantir a preservação e a qualidade desses recursos, os declarou como sendo uma Área de Proteção Especial (SENAC MINAS,2019).

Brumadinho ainda dispõe de grandes aquíferos de águas minerais que podem chegar a ter uma vazão de água de mais um milhão de litros por dia. Essas águas são classificadas, laboratorialmente falando, como oligominerais, isso porque apresentam uma variedade de sais minerais em baixa concentração na sua composição, sendo considerada, portanto, mais saudável, leve e nutritiva para ingestão (SENAC MINAS, 2019). Outrossim, esses recursos não servem apenas para consumo humano, mas também, para ajudar na irrigação de plantações, dessedentação de animais, aquicultura, mineração, lavagem de veículos, e promover o crescimento e a diversificação da fauna e flora local.

Diante dessa pluralidade de recursos hídricos, o município acaba exercendo uma forte influência e possuindo um papel importante a respeito das demais regiões ao seu entorno, afinal a preservação e conservação da água é imprescindível para garantir uma boa qualidade de vida.

## **1.2. Importância Socioeconômica**

O uso dos recursos hídricos é de suma importância para a sobrevivência, bem-estar e desenvolvimento de toda população. Tanto na utilização para consumo quanto para o desenvolvimento da agricultura, pecuária, indústria, turismo a água é um recurso natural essencial, é fonte de vida.

José Galiza Tundisi destaca a impossibilidade de substituição desse recurso e a relevância que ela tem em todos os setores da economia - individuais e coletivos, nacionais e internacionais.

A água funciona como fator de desenvolvimento, empregada em diversos meios relacionados a economia (regional, nacional e internacional). É utilizado de maneira comum dos recursos hídricos a água para uso doméstico, irrigação, uso industrial e hidroeletricidade. Os recursos hídricos superficiais e os recursos hídricos subterrâneos são fundamentais para o homem, plantas e animais. A água é responsável por nutrição das florestas, manter a produção agrícola e a biodiversidade nos sistemas terrestres e aquáticos (TUNDISI, 2003, p. 15).

Em Brumadinho esse meio merece um destaque ainda maior, visto que, em razão dos grandes mananciais que permeiam a cidade e o estado de Belo Horizonte em geral, suas principais atividades econômicas envolvem o uso desse recurso, sendo fonte principal de sua renda.

Destaca-se a atividade mineradora, como principal fonte econômica da cidade, dependente de royalties da mineração, cognominados Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (Cfem) (NITAHARA, 2019), enfocando-se a atividade empresarial, nesse setor, da Vale S.A., a qual, para tanto, utiliza-se de barragens para depositar rejeitos advindos da atividade.

O relevo montanhoso e os extensos e caudalosos rios próximos a Brumadinho, além da riqueza de sais minerais em baixa concentração na água, favorecem e permitem a atuação da Copasa (Companhia de Saneamento de Minas Gerais), que é responsável pela reserva e distribuição de água e esgoto, e da Hidrobrás, no qual explora água mineral na Serra da Conquista, comercializando sob as marcas Ingá e Suiá, abrangendo o Estado de Minas Gerais, regiões vizinhas, bem como a exportação (SENAC, 2019).

Outro crescente investimento na economia do município está no desenvolvimento do turismo em que se encontram como importantes atrações o Instituto Inhotim – um dos principais museus brasileiros de arte contemporânea - que compreende uma reserva natural e uma área de visitação, possibilitando a contemplação de jardins e 5 lagos com 3,5 hectares de espelhos d'água; o Parque Estadual da Serra do Rola-Moça, que é uma área de proteção de mananciais para o abastecimento de água da região; o Ribeirão do Feijão, no qual são encontradas quedas e poços d'água propícios para banho; a Toca de Cima, sendo um sítio natural formado por uma pequena praia e cortado por trechos do rio Paraopeba (DESCUBRAMINAS, 2019). É possível perceber, dessa forma, que as diversas características da região têm implicado no aumento do investimento no

turismo, como os mananciais aquíferos, a elevada altitude, a grande biodiversidade preservada, o clima ameno e a proximidade de Belo Horizonte.

## **2. A Construção Da Barragem**

O Estado de Minas Gerais tem as atividades mineradoras como principal fonte de renda fazendo-se necessária, assim, a construção de uma barragem a fim de depositar as substâncias oriundas da extração e evitar a contaminação do meio ambiente. Os rejeitos são resíduos dos processos de separação de minérios, que buscam a extração de material com valor econômico. Esses são os principais responsáveis pelo impacto ambiental gerado pelas mineradoras.

Esse tipo de barragem possui o menor custo de construção pela sua simplicidade e rapidez na execução dos alteamentos, o menor volume de materiais – por isso é o mais utilizado – entretanto, é o que oferece mais riscos ao meio ambiente, por ser mais instável e com maior risco de rompimento, sendo o tipo de barragem com mais casos de ruptura e muito criticado internacionalmente.

No caso em estudo, a construção foi feita de maneira irregular e causou desastrosos impactos tanto ambientais quanto sociais em Brumadinho e regiões próximas. Ignorando regras e normas, cujo monitoramento é ineficaz e a fiscalização de suas atividades fica a cargo exclusivamente das próprias empresas responsáveis pelas barragens, as condições de segurança estabelecidas nacional e internacionalmente não foram atendidas. Toda essa relação põe em risco e em dúvida a veracidade dos dados referentes à inspeção, uma vez que, apesar de várias empresas terem oferecido à Vale diversas opções de ferramentas de controle, ela optou exclusivamente pelo seu laudo, presumindo ter sido essa a opção que mais lhe favorecia economicamente.

O desastre ocorrido, com enfoque principalmente na falha no setor de segurança e emergência, evidencia a importante necessidade de serem buscados meios para a reutilização de rejeitos ou outras formas de exploração de minérios.

### **2.1 A Construção**

A Barragem I foi construída no ano de 1976 pela Forteco Mineração, empresa brasileira considerada a terceira maior produtora de minério de ferro do Brasil e atualmente é incorporada à

Companhia Vale do Rio Doce (CVRD). Localiza-se na Mina do feijão, próximo às cabeceiras do ribeirão Ferro-Carvão, no município de Brumadinho em Minas Gerais. Possui um volume de 12,7 milhões de metros cúbicos e sua finalidade é a contenção de rejeitos de minério de ferro (VALOR ECONÔMICO, 2019).

A disposição desses rejeitos pode ser feita de três maneiras: a céu aberto, de forma subterrânea, ou subaquática. O método subaquático é o menos utilizado uma vez que gera problemas ambientais gravíssimos ou, até mesmo, irreversíveis. A forma subterrânea é exercida pelo preenchimento das camadas que sobram após a extração do minério. Já a mais usual é a céu aberto, que pode ser realizada de duas formas: em pilhas controladas ou em estruturas de contenção situadas em vales ou bacias (LOZANO, 2006).

Essas estruturas de contenção podem ser formadas com material compactado provenientes de áreas de empréstimo, que são áreas que possuem o subsolo exposto decorrentes da ação humana para retirada de resíduos edáficos ou também podem ser feitas com material do próprio rejeito. No caso, seriam utilizadas as partículas de granulometria mais grossa, oriundas do processo de ciclonagem - processo que permite realizar a separação de partículas mais densas e grossas. As partículas grossas são destinadas para altear a barragem, já as partículas mais finas são despejadas na bacia de decantação da barragem. A ciclonagem é possível graças a um instrumento chamado ciclone e tem sido uma prática comum para classificação dos sólidos grossos. (FARIAS; PARONHOS, 2013)

A Barragem I é convencional. Seu modo de construção é feito por alteamentos sucessivos adotando o método de Montante. Além desse modo de alteamento de barragens, há também as técnicas: de Jusante e de Linha de Centro. Essas denominações referem-se ao deslocamento que o eixo da barragem desenvolve na medida em que os alteamentos vão sendo feitos. Para definir o método necessário para a construção da barragem são analisados vários fatores locais, como: a hidrologia, a topografia, a geologia, o tipo de subsolo, variação da capacidade de armazenamento do reservatório, disponibilidade de equipamentos para monitoração e proteção da barragem (SOARES, 2010).

Para método de linha de Montante, o primeiro passo é a construção de um dique inicial, o qual deve ser impermeável. Normalmente esse dique é feito de um material argiloso ou de enrocamento compactado. Em seguida, o rejeito é lançado em direção à montante da linha de simetria do dique, formando uma praia de rejeitos secos dentro do reservatório, que será utilizado

para a construção do próximo alteamento. Para que esses rejeitos sirvam de base para um novo alteamento é necessário que eles contenham de 40% a 60% de areia e baixa densidade de polpa, a fim de facilitar a separação dos resíduos. Esse processo poderá ser repetido diversas vezes até que se atinja a ampliação almejada no projeto (SOARES, 2010).

## **2.2. A Barragem I**

O dique inicial da barragem I chegou a uma altura máxima de 18m com remate na elevação 874m. Em seguida, sofreu cinco alteamentos sucessivos de 3m de altura cada, com acabamento na elevação 889m. Posteriormente, sofreu mais alteamentos de 5m até a elevação 894m. A partir do 4º ao 9º alteamento, obteve-se o deslocamento do eixo da barragem para o montante do eixo inicial, caracterizando o método a Montante, o que permitiu chegar a uma elevação final da barragem de 937m e uma altura máxima de 81m.

Os solos na região da barragem são saprolitos, residual e coluvionar, que contribuem para a impermeabilidade e resistência da barragem. As laterais das barragens recebem o nome de taludes; a talude de montante é a parte que fica em contato com os rejeitos represados, que foram protegidos por uma camada de 20cm de crosta laterítica; já a talude de jusante, lateral que fica em frente à barragem, foi protegida com solo argiloso adubado para proporcionar o desenvolvimento da grama. A drenagem interna é feita por um filtro ligado ao tapete de drenante que possui tubos de PVC com saídas a cada 20m, que conduz a água para as canaletas de superfície. (OFICINA DE TEXTOS, 2019)

Esse é o tipo de barragem mais utilizado pelas mineradoras - isso porque sua principal vantagem é o baixo custo na sua construção. Outro proveito está também no fato de apresentar uma maior rapidez e simplicidade na execução dos alteamentos e por necessitar de um menor volume de materiais. Entretanto, é considerado o método mais instável e com maior risco de rompimento. O mais seguro, de acordo com dados comparativos, seria o tipo Jusante. O problema é que esse método possui um custo muito alto, pois é necessário um maior volume de materiais que por sua vez gera um maior deslocamento do aterro (SENNA E SILVA, 2017).

A Barragem I, apesar de inativa desde 2015, rompeu-se no dia 25 de janeiro de 2019 destruindo tudo que estava em seu caminho causando problemas sobre a fauna, flora, a população e, inclusive, a Mina Córrego do Feijão.



### **2.3. Requisitos Normativos**

A construção da barragem causou desastrosos impactos tanto ambientais quanto sociais em Brumadinho e regiões próximas. Negligenciou regras e normas que regulamentam a estruturação de tal reservatório de rejeitos; a técnica para sua construção, como citado anteriormente, é considerada a mais barata e menos segura dentre as opções existentes e utiliza a mesma sistemática da barragem que se rompeu em Mariana em 2015.

As barragens de rejeitos são construídas com o intuito de armazenar substâncias que já não têm mais função, mas que, por medidas ambientais não podem ser descartadas. Por esse motivo, são construídas transversalmente aos vales e reservam resíduos provenientes da mineração, onde, organizadamente “são dispostos, de maneira controlada, planejada e segurada. Os rejeitos são transportados e dispostos em forma de polpa, ou seja, uma fração líquida com sólidos em suspensão” (ITV, 2019).

Dessa forma, nota-se a importância de uma fiscalização rígida ao mais sensível desvio do percurso normal de uma barragem para que seja possível tomar as providências necessárias a evitar um futuro rompimento e consequente desastre ambiental. Em sentido contrário, é possível perceber que, no Brasil, o monitoramento é ineficaz e depende das próprias mineradoras – o que aumenta ainda mais os riscos da exploração do minério (BBC, 2019). Há grandes recursos de vistorias de barragens no Brasil como: satélites, drones e sensores, entretanto, falta a aplicação correta e eficaz desses meios.

É inegável o fato de que deixar o monitoramento de suas atividades exclusivamente a cargo das empresas responsáveis pelas barragens põe em risco e em dúvida a veracidade dos dados referentes à inspeção que deve seguir o Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens, expedido pela Agência Nacional de Águas (ANA). Essa tese é comprovada na oportunidade oferecida à Vale em 2017 a qual, sem hesitar, recusou a contribuição da empresa Potamos para a fiscalização e estruturação da barragem do Córrego do Feijão. Além de não ter aceito o monitoramento em tempo real, o que complementaria a inspeção quinzenal realizada pela empresa, ela alegou já ter “um sistema estruturado e que investe em novos processos” (FOLHA DE SÃO PAULO, 2019). Fernando Limas, sócio da Potamos, confirma a necessidade de reestruturação: “Dentre as alternativas apresentadas, a que surtiria melhor efeito era a construção de um reforço no

pé da barragem, mas era uma intervenção lenta e complicada que iria trazer interferências para o funcionamento da Mina do Feijão.”

Colocando em balanço riscos e benefícios, esse método de construção de barragens é demasiadamente criticado. Ricardo Salles, o ministro do meio ambiente, afirma ser um método "antigo" e "superado", sensível a qualquer vibração e que deve ser substituído assim que possível, mas não se pode excluir o raciocínio acerca de que o real problema pode não ser o tipo de construção e, sim, a forma como é controlada. Diante disso, e após desastrosos acontecimentos no país, a construção e o alteamento de barragens de rejeitos de mineração foi proibida. O Ministério de Minas e Energia e a Agência Nacional de Mineração tornou pública e oficial o impedimento de construção por tal método e, também, determina a extinção de todas as instalações existentes que operam com esse método (EBC,2019).

Diante do exposto, é indiscutível a necessidade buscar meios para a reutilização dos rejeitos. Tendo em vista as diversas tecnologias desenvolvidas, há a possibilidade de desenvolvimento de meios para a aplicação dessas substâncias que são descartadas e a partir disso contribuir para a redução do impacto ambiental provocado pelos alteamentos. Dessa forma, a redução dos impactos ambientais também evitaria “os custos e tempo gasto para obter licenças ambientais necessárias para ampliação e construção de novas barragens” como o próprio Instituto Tecnológico Vale sustenta.

### **3. O Rompimento Da Barragem**

A barragem teve seu rompimento no horário do almoço, em que funcionários se concentravam no refeitório e muitos turistas estavam em restaurantes ou moradores da cidade em suas casas em seu momento de repouso. Observou-se, no primeiro instante, uma enorme onda de rejeitos que, em segundos, destruiu completamente a própria área operacional e de produção da mina Córrego do Feijão, a área administrativa e o refeitório. Em seguida, a vítima foi a Pousada Nova Estância e em menos de trinta minutos, os rejeitos atingiram o bairro Parque das Cachoeiras e desaguaram no Rio Paraopeba.

A falha do sistema de alarme de emergência da Vale impediu que muitos pudessem se certificar do ocorrido, tendo a percepção da situação quando já não havia formas de fugir. Como justificativa, a empresa alegou a impossibilidade de acionar as sirenes pela rapidez com que a

barragem se rompeu, o que é condenável, uma vez que tal sistema de alarme deveria ter sido instalado com a finalidade preventiva e de resposta rápida.

A lama, demasiadamente tóxica, deixou um rastro de destruição total, pessoas mortas, várias residências destruídas e um dano ambiental imensurável – alto nível de metais pesados e intoxicação da água próxima à área do desastre, causando a morte e a mutação dos peixes. Outro dano grave resultou no baixo nível de oxigênio da água, que se tornou insuficiente para a vida aquática e contribuiu para a proliferação de bactérias potencialmente danosas. Após todo esse fato desastroso, alguns trechos do Rio Paraopeba foram declarados mortos, afetando diversas aldeias que dependiam da pesca e da agricultura.

É possível notar que a negligente gestão de barragens resulta na responsabilidade civil, objetiva, a ser apurada pelos causadores, diretos ou indiretos, dos danos narrados. A Política Nacional de Segurança de Barragens é um exemplo de regulamentação e que, para tanto, foi ignorada pela empresa gestora. A Constituição Federal de 1988 estabelece o dever de cuidado e preservação do Poder Público e da sociedade relativos ao meio ambiente, juntamente com a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981) e a Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/98), as quais dispõem sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, o que reforça, ainda mais, a necessidade de proteção, sociojurídica e ambiental, à fauna e flora brasileiras. Ao analisar todos os aspectos jurídicos, é possível notar que ilícitos ambientais, civis e penais foram cometidos e, para tanto, são independentes e possuem suas próprias características e requisitos, podendo ser ajuizados pelo Ministério Público.

### **3.1. O Caminho Da Lama**

No dia 25 de Janeiro de 2019 (sexta feira), por volta das 12h28min da tarde, a estrutura interna da Barragem I começou a ceder, liberando uma onda de rejeitos com aproximadamente 20 metros de altura, que soterrou tudo o que estava em seu caminho: casas, carros, trens, máquinas, pousadas, árvores, pessoas, animais, inclusive a área operacional e parte do centro administrativo e do refeitório da Vale (BBC NEWS BRASIL).

No momento do acidente, havia cerca de 600 pessoas, entre funcionários e terceirizados da empresa, trabalhando no local. A maioria encontrava-se no refeitório, pois era horário de almoço, assim como grande parte das pessoas na cidade, que estavam em suas casas ou em restaurantes e

pousadas almoçando, o que facilitou para que fossem pegadas de surpresa pelos rejeitos, não tendo tempo suficiente para escapar (BBC NEWS BRASIL 2019).

O Tsunami de lama chegou a uma velocidade inicial de quase 80km/h. O primeiro local atingido pela onda foi a área operacional e de produção da mina Córrego do Feijão que em segundos desapareceu na avalanche de rejeitos, logo em seguida a lama desceu um pouco mais o vale e em um minuto e meio atinge toda a área administrativa e o refeitório, lotado de trabalhadores (BBC NEWS BRASIL 2019).

Seguindo seu percurso, em quatro minutos, a próxima grande estrutura a ser atingida pela lama foi a Pousada Nova Estância, que sempre acolheu muitos turistas na região por estar próximo ao Instituto Cultural Inhotim, considerado o maior museu a céu aberto do mundo. O hotel já recebeu vários famosos, a exemplo do ator Marcos Veras e do cantor Caetano Veloso, além de ser também um local escolhido para sediar inúmeros eventos, tais como casamentos. O dono do espaço, o empresário Márcio Mascarenhas, sua esposa e seu filho, foram vítimas da tragédia. Segundo o G1, a suspeita é que 35 pessoas tenham morrido quando a pousada foi arrastada pela lama (VEJA, 2019).

A lama de rejeitos continuou seu trajeto descendo pelo vale e, segundo as estimativas dos bombeiros, em menos de trinta minutos, atingiu o bairro Parque das Cachoeiras, que fica a cerca de nove quilômetros da barragem, o último local que continha um número alto de pessoas que poderiam ser atingidas antes que a lama desaguasse no rio Paraopeba. A onda se aproximou em uma velocidade equivalente a 20km/h, pois perdeu sua força à medida que soterrou residências, árvores, máquinas e seres vivos, mas, ainda chegou a destruir dezenas de pousadas, chácaras, sítios e casas (BBC NEWS 2019).

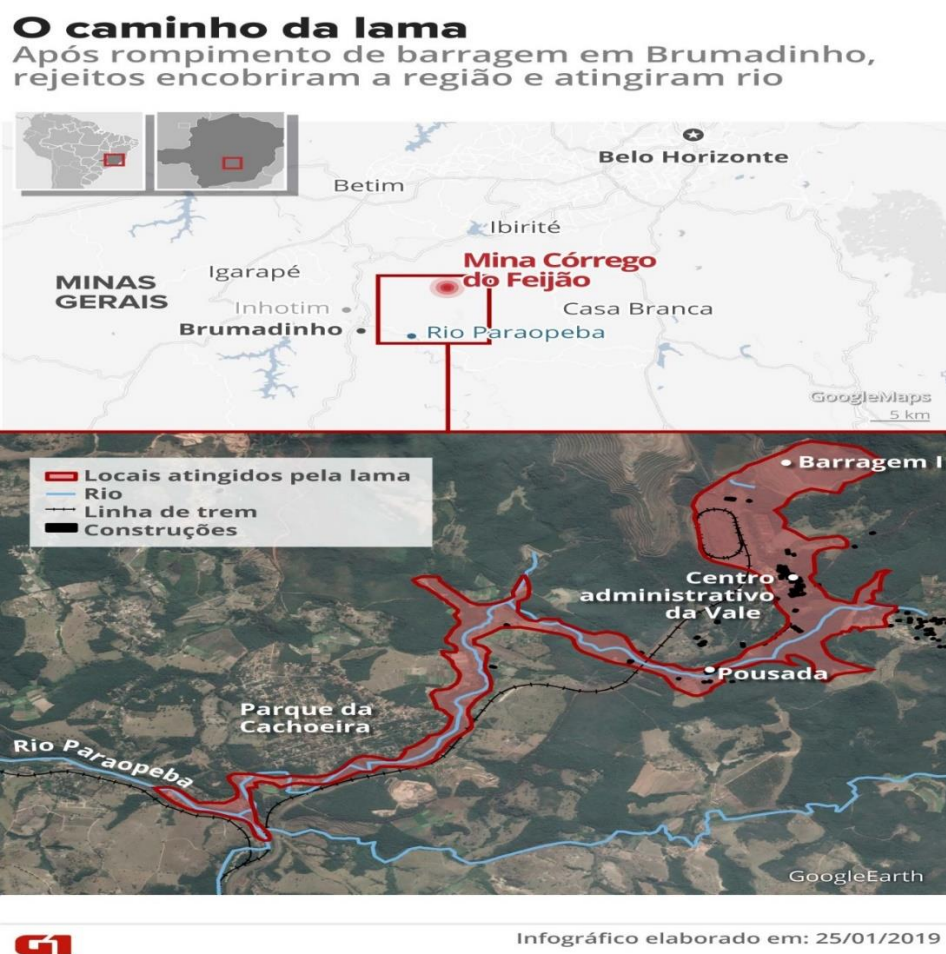
Uma das críticas da população foi que o sistema de alarme de emergência que a Vale havia instalado não soou no dia da tragédia. A justificativa da empresa foi a de que não houve como acionar as sirenes em decorrência da velocidade com que a barragem se rompeu, então a população simplesmente não sabia o que estava acontecendo até ver a onda de lama e muita poeira. Essas sirenes foram instaladas em 2018 e, segundo os moradores, nunca foram tocadas, nem mesmo para testes.

A justificativa da Vale é condenável, primeiro porque uma das características dos avisos sonoros é possuir um caráter preventivo, ou seja, eles não devem alarmar apenas quando a estrutura ceder, mas também, quando for constatada qualquer movimentação irregular na barragem que possa

provocar um futuro rompimento, a fim de que as pessoas se mantenham vigilantes sobre instabilidade da estrutura, a exemplo dos alertas de tsunami que são acionados muito antes da onda chegar à costa. E, segundo, porque, considerando as novas tecnologias, as sirenes deveriam funcionar independentemente da rapidez com que a barragem rompa, sendo, portanto, de resposta rápida, tendo em vista que barragens do tipo montante não são totalmente seguras e esta, particularmente, apresentava um risco muito grande a inúmeras pessoas (BBC NEWS 2019).

Por fim, após percorrer uma área de 290 hectares, a lama desaguou no rio Paraopeba, deixando um rastro de destruição total. Até o presente artigo, cerca de 242 pessoas mortas foram identificadas, 28 ainda estão desaparecidas, várias residências foram destruídas. O dano ambiental também causou uma perda de 112 hectares de florestas nativas, incluindo áreas de preservação ambiental (G1 2019).

A Figura 2 a seguir mostra o curso dos rejeitos até chegar ao rio:



**Figura 2:** Caminho da lama: veja por onde passaram os rejeitos da barragem rompida em Brumadinho (Editora G1).

### **3.2. Danos Hídricos**

Os 12 metros cúbicos de lama que foi despejado no rio Paraopeba não é uma lama qualquer; a bem da verdade, ela é extremamente tóxica por possuir uma alta concentração de metais pesados como ferro, manganês e alumínio, que são substâncias frequentemente encontradas em rejeitos de minério de ferro. Também, é possível que haja a presença de cromo, chumbo, cobre, arsênio, níquel, cádmio, entre outros.

Um estudo realizado por cientistas do Instituto Butantan, da Universidade Federal do Norte Fluminense (Uenf) (...) e da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), nos dias entre 25 de janeiro a 10 de março, demonstra o grau toxicológico das substâncias presentes na água do rio Paraopeba após a chegada da lama. Foram coletadas amostras em torno de 26 quilômetros, antes da área afetada, até 150 quilômetros depois, a fim de comparar os resultados obtidos. As conclusões foram surpreendentes (O GLOBO 2019):

O Ferro apresentou uma concentração 100 vezes maior que o estipulado pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Já a concentração do alumínio estava mil vezes superior à prevista. Contudo, foi a presença do mercúrio que realmente assustou os pesquisadores, isso porque é incomum achar níveis tão altos dessa substância em rejeitos de minério de ferro; o teste apontou uma concentração de mercúrio 720 vezes maior que o máximo convencionado pelo Conama (O GLOBO 2019).

O mercúrio é extremamente tóxico e não sai com facilidade do organismo; pode provocar alterações físicas, químicas e biológicas no ecossistema, além de afetar a qualidade dos recursos hídricos, a saúde e o bem estar das pessoas. A natureza é o principal meio de contaminação desse metal; isso acontece porque o mercúrio está ligado diretamente às atividades de mineração, principalmente a extração de ouro, fazendo com que a atividade humana acabe deixando a substância disponível pelo ambiente, justificando o fato de os pesquisadores terem achado esse metal em alta quantidade no rio, afinal, além de não ser utilizado na mineração do ferro, foi encontrado no desastre de Mariana, que ocorreu em 2015, pela Samarco, em baixíssima concentração. Portanto, segundo explica Fabiano Thompson, do instituto de biologia e da Coppe

(...) da URFJ ao O Globo: “Uma das possibilidades é que o tsunami gerado pelo rompimento tenha revirado o leito do rio e liberado sedimentos de antigos locais de extração de ouro” (O Globo 2019 - *online*).

Os demais metais como manganês, cobre e cromo, também foram encontrados em níveis muito acima dos limites máximos fixados pelo Conama. Os cientistas, então, resolveram testar a água do rio em embriões de peixes-zebra, a fim de ter uma noção sobre o impacto que ela poderia causar aos seres vivos. Ficou constatado que a água coletada, no ponto mais próximo à área do desastre, causou uma mortalidade de 100% nos embriões, enquanto que a água coletada em pontos um pouco mais distantes da mina não chegou a matar os embriões, mas causou mutações que resultaram em deformidades na cauda, no cérebro, na coluna, na boca, além de causar também, hemorragias. É interessante ressaltar que para fazer esse teste, os pesquisadores tiveram que diluir a lama 6.250 vezes e ainda assim ela continuou com um alto nível de prejudicialidade para os embriões, o que confirmou seu potencial risco à saúde de todos (O GLOBO 2019).

O nível de oxigênio da água abaixou para 1.3mg/l sendo insuficiente para a vida aquática, que precisa de no mínimo 5mg/l para sobreviver. Essa baixa de oxigênio ocorreu por causa da turbidez da água proveniente da quantidade de rejeitos que há nela, o que dificulta a entrada da luz do sol e impossibilita as plantas aquáticas de realizarem fotossíntese, por consequência, os animais não conseguem respirar direito e acabam morrendo. Como se não bastasse, a lama também contribuiu para a proliferação de bactérias potencialmente tóxicas, que poderiam ser encontradas no rio, antes mesmo da chegada da lama, resultantes da falta de saneamento básico ou do uso de fertilizantes nas plantações; portanto, esses poluentes, ao se juntarem com os rejeitos da lama e todo o lixo que ela trouxe, diminuiriam a capacidade de diluição do rio, que ajudava a combater a sujeira, substâncias e agentes indesejáveis presentes na água (AGÊNCIA BRASIL, 2019).

Os rejeitos de minério de ferro mudaram tragicamente a história do rio Paraopeba. Destruiu sonhos, vidas, conquistas, devastou florestas, enterrou importantes mananciais, desestruturou a fauna e a flora e pintou de vermelho um rio onde antes a água era cristalina. O destino do Paraopeba é difícil saber, é provável que ele possa se regenerar, mas isso vai levará tempo, por enquanto, medidas efetivas devem ser tomadas para proteção e preservação da água, a fim de evitar mais danos à vida como um todo, pois como dizia o filósofo Tales de Mileto: “a água é o princípio de todas as coisas”.

### **3.2. Consequências Jurídicas**

O rompimento da barragem em Brumadinho muito se assemelha ao caso ocorrido em Mariana no ano de 2015. Durante o período de quatro anos duas tragédias desse porte ocorrem e percebe-se, com isso, que há a falha ou até mesmo a falta de um plano emergencial em caso de rompimento.

Com a finalidade de garantir o bom funcionamento e evitar tragédias, a Política Nacional de Segurança de Barragens estabelece, em seu parágrafo 3º, alguns objetivos, dentre eles busca-se “garantir a observância de padrões de segurança de barragens de maneira a reduzir a possibilidade de acidente e suas consequências” e “promover o monitoramento e o acompanhamento das ações de segurança empregadas pelos responsáveis por barragens”. A partir disso, uma indagação deve ser refletida: Em que aspecto a PNSB não foi violada nesse caso? Com a análise de todo o artigo da referida Lei percebe-se a dificuldade em encontrar objetivos que não foram notoriamente ignorados. É extremamente importante perceber que a negligente gestão de barragens não está atrelada à falta de conceitos jurídicos.

Dessa forma, é correto dizer que a tragédia ambiental narrada constitui-se em crimes ambientais, civis e penais (NUNES, 2019). Apesar de versarem sobre um mesmo fato, as responsabilidades “são independentes e possuem suas próprias características e requisitos” (ANDRADE, 2019) e devem ser ajuizadas pelo Ministério Público. Pode-se dizer, assim, que alcançará tantas pessoas físicas quanto jurídicas e que não só a empresa Vale poderá responder pelo ocorrido, mas seus administradores e o próprio Estado, como afirma o professor da Escola Superior Dom Helder Câmara André de Paiva Toledo.

Para o professor, há a possibilidade, também, de responsabilização do próprio Estado, mesmo sendo a Vale uma empresa privatizada, que deixou de ser patrimônio público. O Estado apesar de privatizar às empresas, continua sendo soberano sobre o território e tem uma série de competências para autorizar e fiscalizar a prática de determinados atos, como a exploração de mineração, e uma vez que ocorra “algum dano em virtude disso, pode ser chamado para responder e compensar as pessoas que tenham sofrido algum dano” (ALMADA, 2019).

O artigo 225, §1º, V da Constituição Federal de 1988 estabelece o dever de cuidado e preservação do Poder Público e da sociedade. A inobservância e, até mesmo, o desprezo pelo referido artigo facilitou o desastre em Brumadinho, que poderia ser facilmente evitado com a



efetiva ação fiscalizatória do Estado, uma vez que se deve “defender e preservar o meio ambiente de empreendimentos lucrativos, ou até mesmo não lucrativos, lesivos e potencialmente lesivos aos bens naturais que são de uso comum do povo” (WEDY,2019), por tratar-se de um patrimônio público (Lei nº 6.938/81 art. 2º, inc. I).

De igual modo, as “condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados” (WEDY, 2019). Por ambas serem independentes, a punição penal não afasta a administrativa e nem a civil por todos os desastrosos danos causados ao meio ambiente e pela imprudência dos responsáveis.

A responsabilidade civil pode ser classificada como objetiva ou subjetiva. Esta, segundo Pablo Stolze “é decorrente de dano causado em função de ato doloso ou culposo” e aquela “o dolo ou a culpa na conduta do agente causador é juridicamente irrelevante”. Em relação a danos ambientais, ela é, portanto, objetiva, ou seja, ainda que não haja a finalidade de causar prejuízo, os autores respondem civilmente; ainda que se comprove caso fortuito, força maior ou fato de terceiro, não serão eximidos da penalização (REZENDE, 2019).

O art. 14, §1º, da Lei nº 6.938/1981, dispõe acerca da responsabilidade objetiva em razão do Meio Ambiente ao preceituar que:

Sem obstar a aplicação das penalidades previstas neste artigo, é o poluidor obrigado, independentemente da existência de culpa, a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, afetados por sua atividade. O Ministério Público da União e dos Estados terá legitimidade para propor ação de responsabilidade civil e criminal, por danos causados ao meio ambiente.

Percebe-se, portanto que, nem mesmo a alegação acerca de ações da natureza retirariam ou atos de terceiros a alçada daqueles que somaram para a danificação do meio ambiente. A empresa e seus executivos, então, são passíveis de responder por danos morais coletivos, podendo ser condenados ao pagamento de indenização.

Caberá a penalização penal de pessoas físicas ou jurídicas que danificarem o ambiente. A Lei de Crimes Ambientais, dessa forma, prevê pena privativa de liberdade e multa àqueles que “com suas ações ou omissões causarem poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em riscos à vida humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora” (art. 54, da Lei nº 9.605/98). No parágrafo 3º, a referida legislação criminaliza quem deixa de adotar medidas de precaução em caso de risco de dano ambiental grave

ou irreversível, ou seja, quando uma autoridade competente publicar medidas de precaução, será crime o seu não cumprimento. Em complementação, Leme Machado refere que “a conceituação de medidas de precaução não é dada pela lei penal, devendo-se procurá-la nos entendimentos referidos nos textos internacionais e na doutrina”.

É admissível, também, o recaimento de homicídio culposo, tendo em vista as mortes tanto de empregados quanto de civis moradores da região ou homicídio doloso “o agente assume o risco do resultado” como argumenta a Especialista em Direito Penal Empresarial Nathália Rocha Peresi. Destarte, os gestores da barragem poderão responder criminalmente por “homicídio, lesões corporais, e delito de inundação ou desabamento, além dos crimes previstos na Lei 9.605/98” (WEDY, 2019), desde que comprovado o dolo ou a culpa dos agentes (no Direito Penal, a responsabilidade objetiva não é aceita).

O âmbito administrativo é de suma relevância, tendo seu embasamento no artigo 70 da Lei de Crimes Ambientais, que dispõe: “Considera-se infração administrativa ambiental toda ação ou omissão que violar normas jurídicas de uso, gozo, promoção, proteção e recuperação do meio ambiente”, ou seja, se alguém violar norma de proteção ambiental estará cometendo infração administrativa. A violação do princípio da precaução permite, assim, aplicar sanções, multas e, em casos mais graves, o cancelamento da licença de operação da barragem (BALAN, 2019).

É importante ressaltar a possibilidade de uma futura ação internacional, tendo em vista que, a morosidade do Estado em agir pode gerar violação dos Direitos Humanos e, assim, dar causa à uma ação no Sistema Interamericano de Direitos Humanos.

Mais do que uma indenização pecuniária, observa-se a necessidade de outras implicações e medidas que devem ser tomadas a fim de reduzir – ao menos tentar – os impactos causados pela lama.

## **Conclusão**

O objetivo principal deste trabalho foi averiguar os impactos ambientais, sobretudo hídricos, decorrentes do rompimento da barragem de Brumadinho, bem como seus efeitos jurídicos. A lama espalhada, decorrente do rompimento, causou profundos abalos ambientais, atingido a água e dificultando ou, até mesmo, impossibilitando, a agricultura e pecuária da região.

Destaca-se a importância da atividade mineradora para a região, já que impulsionadora da economia local. Refletindo a dinâmica econômica, de obtenção de lucro, a empresa Vale optou

em descartar os resíduos, oriundos da extração de minérios, em barragens de contenção, apesar de estudos acerca de sua instabilidade, inclusive, objeto de críticas de instituições internacionais que cuidam do tema.

Diante do tema abordado, nota-se que a falta de fiscalização, além da negligência da empresa Vale, no que diz respeito ao monitoramento, segurança e sistema de alarme, provocou consequências desastrosas e imensuráveis, como a morte de muitas pessoas, destruição de casas e o desuso de parte do rio Paraopeba.

Contraditório foi constatar, ao menos teoricamente, a existência de normatização de proteção legal ao meio ambiente e regulamentação para a construção de barragens de mineração, no Brasil. A própria Lei de Crimes Ambientais tipifica e dispõe sobre a punidade daqueles que cometem delitos ambientais, assim como a Constituição Federal que estabelece o dever de cuidado e preservação da fauna e flora brasileiras. No entanto, na prática, apesar de todo o amparo jurídico, este não foi suficiente para conscientizar e impedir a Vale de infringir as normas.

Conclui-se, a vista de todo o exposto, a necessidade de políticas públicas voltadas para a fiscalização, conscientização e educação em prol da preservação ambiental, a fim de que danos, como os relatados no texto, não sejam uma constante, infeliz e triste realidade, no cenário brasileiro.

## Referências

ALVARENGA, Darlan; CAVALINI, Marta. **Entenda como funciona a barragem da Vale que se rompeu em Brumadinho.** Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/2019/01/28/entenda-como-funciona-a-barragem-da-vale-que-se-rompeu-em-brumadinho.ghtml>>. Acesso em: 3 de abril de 2019.

ANDRADE, Renato Campos. **Tragédia de Brumadinho: responsabilidades e repercussões jurídicas.** Disponível em: <<https://domtotal.com/noticia/1334180/2019/02/tragedia-de-brumadinho-responsabilidades-e-repercussoes-juridicas/>>. Acesso em: 18 de maio de 2019.

AZEVEDO, Lucia. **Testes mostram que lama de Brumadinho mata e deforma animais.** Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/brasil/testes-mostram-que-lama-de-brumadinho-mata-deforma-animais-23635645>>. Acesso em: 24 de maio de 2019.

BALAN, Mariana. **Brumadinho: qual deve ser a responsabilização dos executivos da Vale pela tragédia?** Disponível em: <<https://www.gazetadopovo.com.br/justica/brumadinho-qual-deve-ser-a-responsabilizacao-dos-executivos-da-vale-pela-tragedia-9ebzafsmiy59ltindn1vx2qqd/>>. Acesso em 25 de maio de 2019.

*O Impacto Ambiental Sobre Os Recursos Hídricos No Caso Brumadinho: Consequências Jurídicas - Andressa Dué Nascimento Souza; Letícia de Oliveira Silva; Priscilla Santana Silva; Paulo Victor Dafico Moreira da Costa Gomes*

DESCUBRA MINAS. **Informações Básicas – Brumadinho.** Disponível em: <[http://www.descubraminas.com.br/Turismo/DestinoPagina.aspx?cod\\_destino=170&cod\\_pgi=2605](http://www.descubraminas.com.br/Turismo/DestinoPagina.aspx?cod_destino=170&cod_pgi=2605)>. Acesso em: 30 de março de 2019.

EBC. **Construção de barragens de contenção de minérios é proibida.** Disponível em: <<http://radios.ebc.com.br/reporter-nacional/2019/02/construcao-de-barragens-de-contencao-de>>. Acesso em: 15 de abril de 2019.

ESPÓSITO, T. D. J. **Metodologia probabilística e observacional aplicada a barragens de rejeitos construídas por aterro hidráulico.** 2000. 363 f. Tese (Doutorando em Geotecnia) – Departamento de Engenharia Civil Ambiental, UnB, Brasília, DF.

FARIAS, Rideci; PARANHOS, Haroldo. **Geotecnia Ambiental: Barragens de rejeito** 1º semestre, 2013. 10 p. Notas de Aula. UnB. Brasília, DF.

FOLHA DE S. PAULO. **Vale recusou monitoramento em tempo real de barragem.** Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2019/02/vale-recusou-monitoramento-em-tempo-real-de-barragem.shtml>>. Acesso em: 30 de maio de 2019.

FONSECA, Bruno. **Brasil registra mais de três acidentes em barragens por ano.** Disponível em: <<https://apublica.org/2019/01/brasil-registra-mais-de-tres-acidentes-em-barragens-por-ano/>>. Acesso em: 25 de abril de 2019.

FRANCO, Luiza. **Tragédia em Brumadinho: os 30 minutos em que lama avançou sem alerta.** Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/brasil-47149958>>. Acesso em: 25 de maio de 2019.

G1 MINAS. **Brumadinho: Sobe para 242 o número de mortos identificados em rompimento de barragem da Vale.** Disponível em: <<https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2019/05/25/brumadinho-sobe-para-242-o-numero-de-mortos-identificados-no-rompimento-de-barragem-da-vale.ghtml>>. Acesso em: 25 de maio de 2019.

G1 MINAS. **Cerca de 140 famílias produtoras rurais de Brumadinho perderam toda a produção após ‘mar de lama’, diz Ministério da Agricultura.** Disponível em: <<https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2019/02/02/cerca-de-140-familias-produtoras-rurais-de-brumadinho-perderam-toda-a-producao-apos-mar-de-lama-diz-ministerio-da-agricultura.ghtml>>. Acesso em: 28 de março de 2019.

G1. **Veja histórias de quem sobreviveu por pouco ao rompimento da barragem em Brumadinho.** Disponível em: <<https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2019/01/29/veja-historias-de-quem-sobreviveu-por-pouco-ao-rompimento-da-barragem-em-brumadinho.ghtml>>. Acesso em: 24 de maio de 2019.

GAGLIANO, Pablo Stolze. Novo curso de Direito Civil/Pablo Stolze Gagliano e Rodolfo Pamplona Filho. – 13. Ed. Rev. e atual. São Paulo: Saraiva, 2015.

IBGE. **Brumadinho.** Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/brumadinho.html>>. Acesso em: 30 de março de 2019.

INSTITUTO TECNOLÓGICO VALE. **Tecnologia de barragens e disposição de rejeitos**. Disponível em: <<http://www.itv.org/linha-de-pesquisa/tecnologia-de-barragens-e-disposicao-de-rejeitos/>>. Acesso em: 30 de maio de 2019.

JUNIOR, T. F. S; MOREIRA, E. B; HEINECK, K. S. **Barragens de contenção de rejeitos de mineração no Brasil**, DOI:10.15628/holos.2018.7423, UFRGS, Porto Alegre, RS.

LOZANO, F. A. E. **Seleção de locais para barragens de rejeitos usando o método de análise hierárquica**. 2006. 128f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Geotécnica), Departamento de Engenharia de Estruturas e Fundações, USP, São Paulo, SP.

MARQUES, J. V. **Bacia do Rio Paraopeba, próxima à barragem de Brumadinho**. Disponível em: <[https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2019/01/25/interna\\_gerais,1024536/bacia-do-paraopeba-perto-de-barragem-de-brumadinho-cobre-48-cidades.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2019/01/25/interna_gerais,1024536/bacia-do-paraopeba-perto-de-barragem-de-brumadinho-cobre-48-cidades.shtml)>. Acesso em: 03 de abril de 2019.

MESQUITA, Gabriela Venturelli. **Tragédia de Brumadinho (MG): Consequências, impunidade e reincidência**. Disponível em: <<http://www.vvs.adv.br/artigos-juridicos/tragedia-de-brumadinho-mg-consequencias-impunidade-e-reincidencia>>. Acesso em: 18 de maio de 2019.

NITAHARA, Akemi. **Mineração representa 60% da arrecadação de Brumadinho**. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-01/mineracao-representa-60-da-arrecadacao-de-brumadinho>>. Acesso em: 30 de maio de 2019.

O GLOBO. **Vale informa que havia funcionários na barragem de Brumadinho e fala em possibilidade de vítimas**. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/brasil/vale-informa-que-havia-funcionarios-na-barragem-de-brumadinho-fala-em-possibilidade-de-vitimas-23401997>>. Acesso em: 24 de maio de 2019.

OFICINA DE TEXTOS. **Mina do Feijão: Aspectos gerais da Barragem I**. Disponível em: <<https://www.ofitexto.com.br/comunitexto/mina-do-feijao-aspectos-gerais-da-barragem-i/>>. Acesso em: 24 de abril de 2019.

PORTAL FOLHAPE. **Lama de Brumadinho chega ao Rio São Francisco**. Disponível em: <<https://www.folhape.com.br/noticias/noticias/brumadinho/2019/03/22/NWS,99707,70,1370,NOTICIAS,2190-LAMA-BRUMADINHO-CHEGA-RIO-SAO-FRANCISCO.aspx>>. Acesso em: 25 de maio de 2019.

REDAÇÃO VEJA SÃO PAULO. **Como era a pousada que foi soterrada pela lama em Brumadinho**. Disponível em: <<https://vejasp.abril.com.br/cidades/pousada-soterrada-lama-brumadinho/>>. Acesso em: 24 de maio de 2019.

REZENDE, Élcio Nacur. **Condenação da Vale na Tragédia de Brumadinho independe da causa do rompimento**. Disponível em: <<https://domtotal.com/noticia/1329192/2019/01/condenacao-da-vale-na-tragedia-de-brumadinho-independe-da-causa-do-rompimento/>>. Acesso em 18 de maio de 2019.

RIBEIRO, Luiz. **Lama de barragem matou o Rio Paraopeba, conclui estudo da SOS Mata Atlântica**. Disponível em:

*O Impacto Ambiental Sobre Os Recursos Hídricos No Caso Brumadinho: Consequências Jurídicas - Andressa Dué Nascimento Souza; Letícia de Oliveira Silva; Priscilla Santana Silva; Paulo Victor Dafico Moreira da Costa Gomes*

<[https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2019/02/28/interna\\_gerais,1034405/lama-matou-o-rio-paraopeba-conclui-estudo-da-sos-mata-atlantica.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2019/02/28/interna_gerais,1034405/lama-matou-o-rio-paraopeba-conclui-estudo-da-sos-mata-atlantica.shtml)>. Acesso em: 25 de maio de 2019.

RODRIGUES, Léo. **Vale recebeu em 2017 proposta de melhorias na barragem de Brumadinho**. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-04/vale-recebeu-em-2017-proposta-de-melhorias-na-barragem-de-brumadinho>>. Acesso em: 19 de abril de 2019.

ROSAS, Rafael; SARAIVA, Alessandra. **Vale tem três barragens na região de Brumadinho**. Disponível em: <<https://www.valor.com.br/empresas/6086725/vale-tem-tres-barragens-na-regiao-de-brumadinho>>. Acesso em: 24 de abril de 2019.

SALIS, H. H. C. ; EVANGELISTA, L. P. ; COSTA, A. M. ; HORTA, I. M. F. **Diagnóstico da disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica do rio manso – MG**. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/40914>>. Acesso em: 03 de abril de 2019. Acesso em: 28 de março de 2019.

SENNA E SILVA, L. C. R. **Barragens de rejeitos na indústria mineral brasileira**. 2017. 52f. Graduando em Engenharia Química. UFU. Uberlândia. MG.

SOARES, Lindolfo. **Barragem de rejeito**. In: Luz, A. B. da; SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A. Tratamento de Minérios. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010. P. 831-896.

TADEU, C. **Identificação De Áreas Prioritárias Para Conservação Dos Recursos Hídricos Na Bacia Hidrográfica Do Rio Manso – MG**. Disponível em: <[http://www.cartografia.org.br/cbc/2017/trabalhos/5/fullpaper/CT05-41\\_1506801713.pdf](http://www.cartografia.org.br/cbc/2017/trabalhos/5/fullpaper/CT05-41_1506801713.pdf)>. Acesso em: 30 de março de 2019

TOMÉ, R; PASSINI, M. L. **Barragens de rejeitos de mineração: características do método de alteamento para montante que fundamentaram a suspensão de sua utilização em Minas Gerais**. 1º semestre, 2018. 49 a 65 p. Ciências Sociais Aplicadas em Revista. UNIOESTE, Curitiba, PR.

WEDY, Gabriel. **O rompimento da barragem de Brumadinho e a Justiça ambiental**. Disponível em: <<https://www.conjur.com.br/2019-jan-26/ambiente-juridico-tragedia-brumadinho-justica-ambiental>>. Acesso em: 25 de maio de 2019.