

**Análise dos impactos no uso e ocupação do solo associados a possível ruptura da  
Barragem do Itabiruçu, Itabira (MG)**

**Analysis of impacts on soil use and occupation associated with possible Itabiruçu dam  
break, Itabira (MG)**

**Análisis de los impactos sobre el uso y la ocupación del suelo asociados a la posible  
ruptura de la presa de relaves de Itabiruçu, Itabira (MG)**

Recebido: 19/02/2020 | Revisado: 02/03/2020 | Aceito: 09/03/2020 | Publicado: 20/03/2020

**Priscila Rhayane da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1019-2301>

Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira, Brasil

E-mail: [priscilarhayane@yahoo.com.br](mailto:priscilarhayane@yahoo.com.br)

**Rayner Felipe Muller**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5227-6645>

Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira, Brasil

E-mail: [rayner.filipe@gmail.com](mailto:rayner.filipe@gmail.com)

**Juni Cordeiro**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9371-8385>

Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira, Brasil

E-mail: [juni.cordeiro@funcesi.br](mailto:juni.cordeiro@funcesi.br)

**Resumo**

O processo de beneficiamento dos minerais gera como subproduto os rejeitos, geralmente dispostos em barragens de contenção, que podem possuir um alto risco potencial associado, provocando significativos impactos ambientais quando há ruptura dessas estruturas. Por isso, em 2010, foi criada a Política Nacional de Segurança de Barragens, que tem como um dos seus instrumentos o Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração (PAEBM). No município de Itabira (MG) há um importante complexo minerador, em que parte do rejeito gerado durante o beneficiamento do minério de ferro é depositado na Barragem de Itabiruçu. Assim, esta pesquisa objetivou examinar o PAEBM dessa estrutura, caracterizando a mancha de inundação decorrente de seu possível rompimento, e analisar os prováveis impactos no uso e ocupação do solo. Para isso, foi utilizada a pesquisa documental, a partir da análise de imagens de satélite, do PAEBM da Barragem do Itabiruçu e do mapa contendo a mancha de inundação.

Com estes dados, foi possível identificar que a mancha resultante de uma possível ruptura da barragem ocuparia uma área de 8,9 km<sup>2</sup> do município, incluindo ao longo do seu percurso 13,2% do perímetro urbano e 67,6% das áreas de pastagem, originando assim impactos tanto ambientais quanto socioeconômicos. Além disso, foi constatado que o sistema de alerta implantado não alcançou em todos os pontos os decibéis exigidos pela legislação. Assim, recomenda-se o desenvolvimento de novas pesquisas direcionadas à criação de técnicas mais eficientes de alerta e na eliminação ou minimização dos impactos decorrentes de um eventual rompimento.

**Palavras-chave:** Barragem de rejeitos; Mancha de Inundação; Plano de Ação de Emergência.

### **Abstract**

The process of beneficiation of minerals generates as a byproduct the tailings, usually disposed in containment dams, which may have a high potential associated risk, causing significant environmental impacts when these structures rupture. Therefore, in 2010, the National Dam Safety Policy was created, which has as one of its instruments the Mining Dams Emergency Action Plan (PAEBM). In the municipality of Itabira (MG) there is an important mining complex, where part of the waste generated during the processing of iron ore is deposited in the Itabiruçu Dam. Thus, this research aimed to examine the PAEBM of this structure, characterizing the flood spot resulting from its possible disruption, and analyze the likely impacts on land use and occupation. For this, the documentary research was used, based on satellite image analysis, the Itabiruçu Dam PAEBM and the map containing the flood spot. With these data, it was possible to identify that the stain resulting from a possible dam rupture would occupy an area of 8.9 km<sup>2</sup> of the municipality, including along its route 13.2% of the urban perimeter and 67.6% of the pasture areas, thus causing both environmental and socioeconomic impacts. In addition, it was found that the implemented warning system did not reach in all respects the decibels required by legislation. Thus, it is recommended the development of new research directed to the creation of more efficient alerting techniques and the elimination or minimization of the impacts resulting from an eventual disruption.

**Keywords:** Tailings dam; Flood stain; Emergency Action Plan.

### **Resumen**

El proceso de beneficio mineral genera como subproducto los relaves, generalmente dispuestos en presas de contención, que pueden tener un alto riesgo potencial asociado, causando impactos ambientales significativos cuando estas estructuras se rompen. Por lo tanto, en 2010, se creó la Política Nacional de Seguridad de Presas, que tiene como uno de sus instrumentos el Plan de Acción de Emergencia para Presas Mineras (PAEBM). En el municipio de Itabira (MG) hay un importante

complejo minero, donde parte de los desechos generados durante el procesamiento del mineral de hierro se depositan en la presa de Itabiruçu. Por lo tanto, esta investigación tuvo como objetivo examinar el PAEBM de esta estructura, caracterizando el punto de inundación resultante de su posible interrupción y analizar los posibles impactos en el uso y la ocupación de la tierra. Para esto, se utilizó la investigación documental, basada en análisis de imágenes satelitales, la represa de Itabiruçu PAEBM y el mapa que contiene el punto de inundación. Con estos datos, fue posible identificar que la mancha resultante de una posible ruptura de la presa ocuparía un área de 8.9 km<sup>2</sup> del municipio, incluyendo a lo largo de su ruta el 13.2% del perímetro urbano y el 67.6% de las áreas de pastoreo, causando impactos tanto ambientales como socioeconómicos. Además, se encontró que el sistema de advertencia implementado no alcanzó en todos los aspectos los decibelios requeridos por la legislación. Por lo tanto, se recomienda el desarrollo de nuevas investigaciones dirigidas a la creación de técnicas de alerta más eficientes y la eliminación o minimización de los impactos resultantes de una eventual interrupción.

**Palabras clave:** Presa de relaves; Lugar de inundación; Plan de acción de emergencia.

## 1. Introdução

A mineração abrange vários processos até que seu produto final, o minério, atinja o mercado. Dentre eles pode ser destacado o beneficiamento, que se faz necessário após a extração da rocha bruta. Nessa etapa ocorre a redução e regularização da granulometria e a remoção da ganga, que corresponde à parcela do minério sem valor econômico, constituindo o rejeito do minério. No Brasil, esse rejeito é encontrado em forma de polpa, sendo comumente disposto em barragens de contenção (Milonas, 2006).

Por serem estruturas que podem provocar impactos ao meio ambiente, além dos riscos potenciais associados, em 2010, foi criada a Lei nº 12.334, que estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens, tendo como um dos seus instrumentos o Plano de Segurança de Barragem que deve compreender, quando exigido, o Plano de Ação Emergencial (Brasil, 2010).

Em Minas Gerais, desde 2002, a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) exerce um trabalho de cadastramento e classificação de barragens, seguindo critérios das Deliberações Normativas (DN) do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) nº 62/2002, 87/2005 e 124/2008. A classificação recomendada nessas deliberações varia de acordo com o potencial de dano ambiental, priorizando a avaliação das consequências caso haja uma ruptura. Além disso, as deliberações estabelecem a obrigatoriedade de auditorias técnicas periódicas nas barragens, em intervalos de um, dois ou três anos a depender da sua classe (Duarte, 2008).

O histórico brasileiro de rompimentos de barragem de rejeito tem como evento mais recente a tragédia ocorrida na Barragem I da Mina Córrego do Feijão, de responsabilidade da

Vale S. A., localizada em Brumadinho (MG), no dia 25 de janeiro de 2019, no qual 12 milhões de metros cúbicos de resíduos foram espalhados ao longo de aproximadamente 46 km do rio Paraopeba, vitimando 270 pessoas, entre mortos e desaparecidos (Passarinho, 2019).

Assim, dado o potencial poluidor deste tipo de acidente e o risco associado, o gerenciamento de barragens se torna fundamental para a segurança das cidades mineradoras. Em Itabira (MG) há um importante complexo minerador, que abrange as minas de Conceição, do Meio e do Cauê, sendo que os rejeitos gerados no processo de beneficiamento do minério de ferro são depositados nas barragens de Conceição, Itabiruçu, Pontal ou Rio do Peixe (Meireles, 2017).

Um dos fatores que contribui para o risco potencial do Complexo Minerador de Itabira está relacionado ao fato de que algumas localidades e bairros da cidade estão situados a jusante das barragens, sendo diretamente atingidos em situações envolvendo o colapso dessas estruturas.

Para compreender a extensão das áreas diretamente afetadas, assim como para delimitá-las, mostra-se importante o estudo do colapso de uma barragem. Entretanto, estas análises são complexas, fazendo-se necessário o levantamento de dados hidrológicos e topográficos, além da localização de obstáculos físicos a jusante das estruturas, tais como pontes e outras barragens (Santos, 2017).

Diante disso, este trabalho visou caracterizar a mancha de inundação gerada pela simulação do rompimento da Barragem de Itabiruçu, situada em Itabira (MG), assim como analisar os impactos decorrentes desse rompimento no uso e ocupação do solo. Buscou-se ainda examinar o Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração (PAEBM), verificando principalmente se o sistema de alerta implantado atende à legislação pertinente.

## **2. Plano de Segurança de Barragens**

A Lei nº 12.334/2010, que estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), visa garantir uma melhor gestão e diminuir a ocorrência de acidentes, além de regimentar as ações a serem adotadas durante as etapas de planejamento, projeto, construção, operação, desativação e usos futuros de todas as barragens situadas em território brasileiro (Brasil, 2010).

Além disso, foi instituído o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens, envolvendo o governo, o empreendedor e a sociedade, que consiste na coleta, tratamento e armazenamento de dados, contemplando barragens em construção, em operação e

desativadas. Dentre os instrumentos estabelecidos pode-se destacar a classificação de barragens por grau de risco e dano potencial associado e o Plano de Segurança de Barragens, que contempla, quando exigido, o Plano de Ação Emergencial (Santos, 2017).

O Plano de Segurança de Barragens (PSB) é um dos instrumentos da PNSB, sendo que sua elaboração e organização são de responsabilidade do empreendedor e de responsáveis técnicos por eles escolhidos. O PSB deve incluir os dados técnicos referentes ao empreendimento, a identificação do empreendedor, o detalhamento de todos os procedimentos de segurança, operacionais e de manutenção, a estrutura organizacional e a qualificação técnica da equipe de segurança, os relatórios das inspeções e as revisões periódicas. Esse instrumento deve ficar mantido na empresa, à disposição da defesa civil e dos órgãos fiscalizadores para eventual consulta (Brasil, 2010).

Quando exigido, o PSB deverá compreender o Plano de Ação Emergencial, documento no qual são descritas as ações a serem desenvolvidas por cada um dos envolvidos em caso de uma situação de emergência, visando a diminuição dos impactos negativos, a identificação das áreas afetadas e o tempo estimado de chegada da onda de cheia em locais afetados em decorrência de uma eventual ruptura (Brasil, 2010).

Na mineração, é exigido pelas entidades fiscalizadoras o PAEBM sempre que a barragem for classificada como “dano potencial associado alto” ou “dano potencial associado médio”, esse último só será solicitado quando a presença de população a jusante da estrutura e o impacto ambiental atingirem a pontuação máxima (Brasil, 2017).

O PAEBM, além dos itens requisitados no Plano de Ação Emergencial, deverá conter a descrição geral das barragens e das estruturas associadas; a identificação, análise e classificação das situações de emergência em níveis, a elaboração de mapas de inundação, indicando a Zona de Autossalvamento (ZAS) e a Zona de Segurança Secundária (ZSS). Além disso, devem ser listadas as competências de cada um dos responsáveis pela elaboração e execução do PAEBM e apresentados os planos e os registros das simulações e dos treinamentos internos e externos praticados em conjunto com as prefeituras, defesa civil, equipe de segurança da barragem, demais colaboradores do empreendimento e a comunidade compreendida na ZAS (Brasil, 2017).

O PAEBM é um documento físico, que em caso de emergência deverá estar em local de fácil acesso no empreendimento, fazendo-se necessário ainda que sejam entregues cópias desse plano para as prefeituras e organismos da defesa civil. Destaca-se que sempre que houver alguma mudança de cenário, meio ou recurso existente, é de responsabilidade do empreendedor atualizá-lo e notificar as entidades envolvidas (Brasil, 2017).

### 3. Metodologia

Neste estudo, o tipo de abordagem utilizada como estratégia de pesquisa foi a qualitativa. Destaca-se que a pesquisa qualitativa se preocupa em analisar aspectos de um local com base em investigações e tendências de comportamento, buscando fenômenos socialmente construídos, não ocorrendo representatividade numérica. Já a pesquisa quantitativa fundamenta-se em métodos estatísticos para a obtenção de informações que posteriormente serão classificadas, analisadas e transformadas em dados brutos (Botelho & Cruz, 2013).

Assim sendo, nesta pesquisa, a análise qualitativa foi aplicada para a comparação entre a legislação vigente e o PAEBM de Itabiruçu, localizada em Itabira (MG) e ainda na identificação dos diversos usos do solo afetados pela mancha de inundação, decorrente da simulação de um colapso dessa estrutura. Por sua vez a pesquisa quantitativa baseou-se na caracterização da mancha de inundação em relação à área afetada e aos tipos de uso e ocupação do solo.

O método empregado foi a pesquisa documental, que se baseia em dados e informações sem nenhum tratamento analítico ou científico, recorrendo a fontes como relatórios, revistas, jornais e documentos oficiais (Botelho & Cruz, 2013). Assim, a pesquisa fundamentou-se em documentos, tais como o PAEBM, o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), o Parecer Único de Licenciamento Ambiental da Barragem de Itabiruçu e imagens de satélite da barragem e da área situada a jusante desta estrutura.

A amostra utilizada correspondeu à simulação do rompimento da Barragem de Itabiruçu, situada na porção sudoeste do Complexo Minerador de Itabira (Figura 1).

O Complexo Minerador de Itabira (MG), cidade localizada a aproximadamente 110 km da capital Belo Horizonte, possui uma área de 14.282,00 ha e é caracterizado pela extração de minério de ferro que forma um conjunto de cavas em lavra a céu aberto, abrangendo as minas de Conceição, do Meio e Cauê (Andrade, 2012).

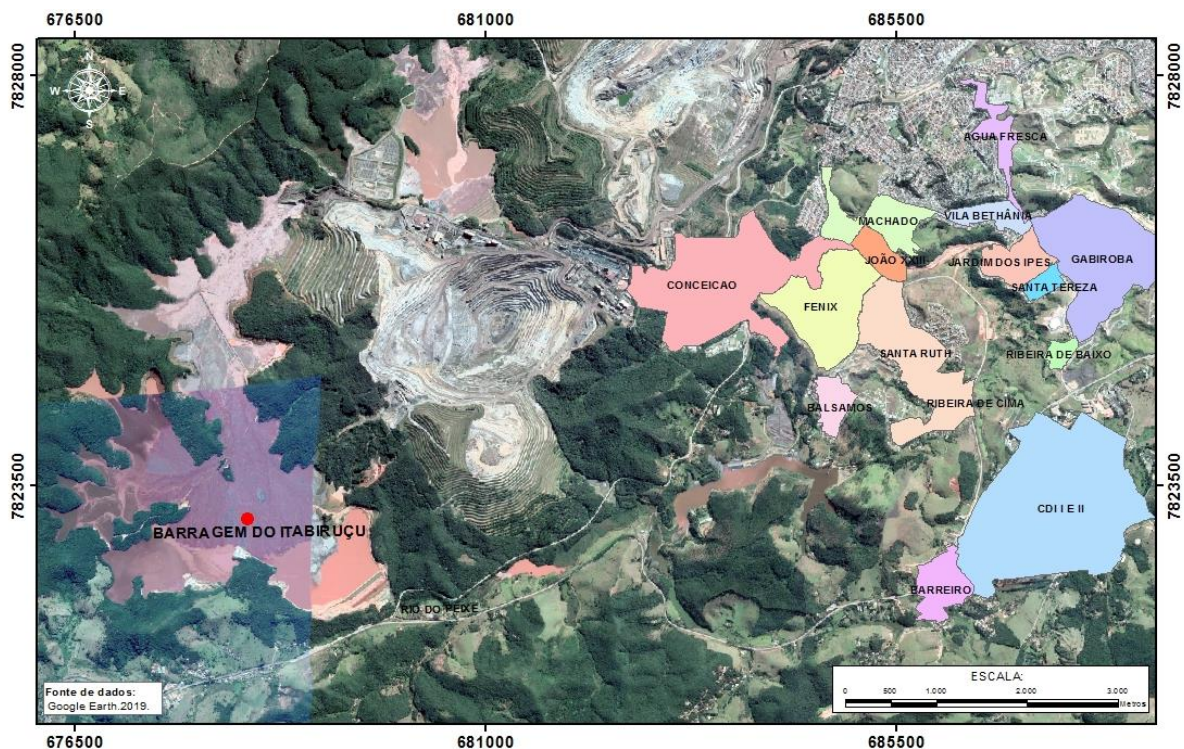
Todo o rejeito originado após o beneficiamento do minério de ferro é direcionado para as barragens de Conceição, Itabiruçu, Pontal e Rio do Peixe, que estão localizadas próximas ao perímetro urbano. Essas quatro grandes estruturas são de contenção de rejeito, mas há ainda no entorno da cidade outras barragens utilizadas na mineração, tais como a Barragem Santana, Cambucal I, Cambucal II, Cemig I, Cemig II, Borrachudo, Jirau, Alcindo Vieira, Piabas e Dique Ipoema (Andrade, 2012).



#### 4. Resultados e discussão

A Barragem de Itabiruçu comporta atualmente 130,7 milhões de metros cúbicos de rejeito e está situada a aproximadamente 5 km de distância a montante do perímetro urbano do município de Itabira (Figura 2).

Figura 2 - Localização da Barragem de Itabiruçu, Complexo Minerador de Itabira (MG)



Fonte: Modificado de Google Earth, 2019.

Idealizada na década de 1980, essa barragem foi planejada prevendo sua execução em etapas, com alteamentos pelo método a jusante (Quadro 1). Atualmente na cota de 830 m, a previsão é de elevação até 850 m, visando atender a vida útil da Mina de Conceição, estimada para o fim de 2026 (Vale, 2018).

Considerando a existência de população a jusante da estrutura, o volume do reservatório e os impactos ambientais e socioeconômicos, a Barragem de Itabiruçu é classificada pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) – atualmente Agência Nacional de Mineração (ANM) – como possuidora de dano potencial associado alto. Nestas situações, é obrigatória, de acordo com a Lei nº 12.334/2010 a elaboração do PAEBM.



Quadro 1 - Dados Gerais da Barragem de Itabiruçu

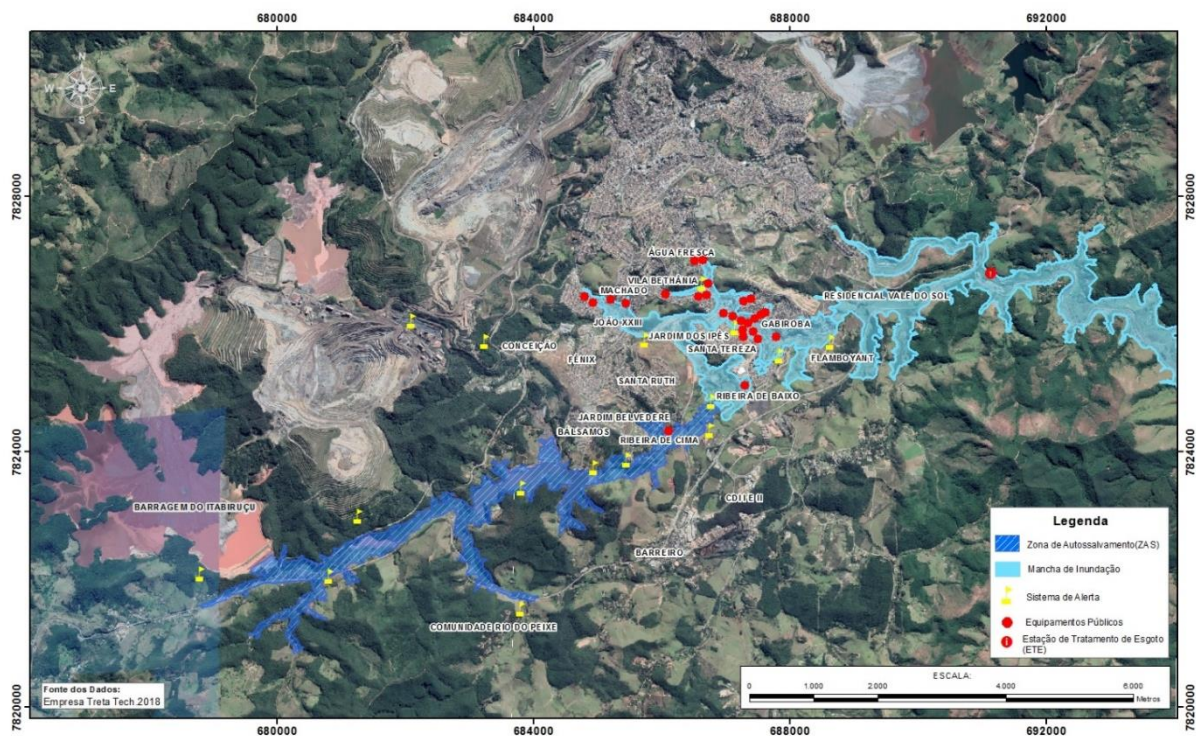
Localização	679.644 E; 7.822.429 N (SIRGAS 2000)
Finalidade	Armazenamento de Rejeitos
Volume do Reservatório (m <sup>3</sup> )	130,7 milhões
Cota da Crista (m)	El. 836,00
Nível de água normal (m)	El. 833,00
Novo Alçamento (m)	El. 850,00
Altura da Barragem (m)	71,0
Método Construtivo	Jusante

Fonte: Vale, 2018.

No caso da Barragem de Itabiruçu, este documento foi elaborado pela empresa Tetra Tech em conjunto com a Vale S. A., simulando o rompimento da estrutura no pior cenário: colapso do maciço por erosão interna (*piping*), em um dia chuvoso (*rainy day*).

Considerando o segmento compreendido entre a Barragem de Itabiruçu e a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Laboreaux, tem-se como estimativa que cerca de 8,9 km<sup>2</sup> seriam cobertos pelos rejeitos provenientes da ruptura da barragem (Figura 3).

Figura 3 - Simulação da mancha de inundação decorrente do rompimento da Barragem de Itabiruçu, Itabira (MG)



Fonte: Modificado de Tetra Tech, 2018; Google Earth, 2019.

Ao longo do percurso, sete bairros de Itabira seriam atingidos pela lama: Ribeira de Cima, Ribeira de Baixo, Gabiroba, João XXIII, Vila Bethânia, Machado e comunidade Rio de Peixe, além de três loteamentos: Jardim Belvedere, Flamboyant e Residencial Vale do Sol.

Destaca-se que outros bairros seriam afetados indiretamente, como é o caso do Jardim dos Ipês e Santa Tereza, que ficariam parcialmente ilhados. Ao todo, 26 equipamentos públicos, como escolas, igrejas, Programa Saúde da Família (PSF), associações de bairros e praças seriam atingidos.

Visando impedir o rompimento, ou nas situações nas quais isso não é possível, minimizar os impactos negativos associados, o art. 12 da Lei nº 12.334/2010, estabelece que o PAEBM precisa apresentar os procedimentos para: (i) identificação e notificação de mau funcionamento da estrutura ou de condições potenciais de ruptura da barragem; (ii) identificação e análise das possíveis situações de emergência; (iii) procedimentos preventivos e corretivos a serem adotados em situação de emergência e (iv) indicação do responsável pela ação (Brasil, 2010).

Considerando estas exigências, e aquelas relacionadas à Portaria DNPM nº 70.389/2017, que regulamenta a elaboração do PAEBM e da mancha de inundação, se torna obrigatória a implantação de um meio de divulgação e alerta (representado pelo símbolo em amarelo na Figura 3) para comunicação com as comunidades potencialmente afetadas em situação de emergência.

A emissão de um alerta é de responsabilidade do empreendedor na ZAS. Conforme previsto na Portaria DNPM nº 70.389/2017, esta zona corresponde a região do vale a jusante da barragem com tempo de chegada da mancha de inundação igual a 30 minutos ou a 10 km (Brasil, 2017).

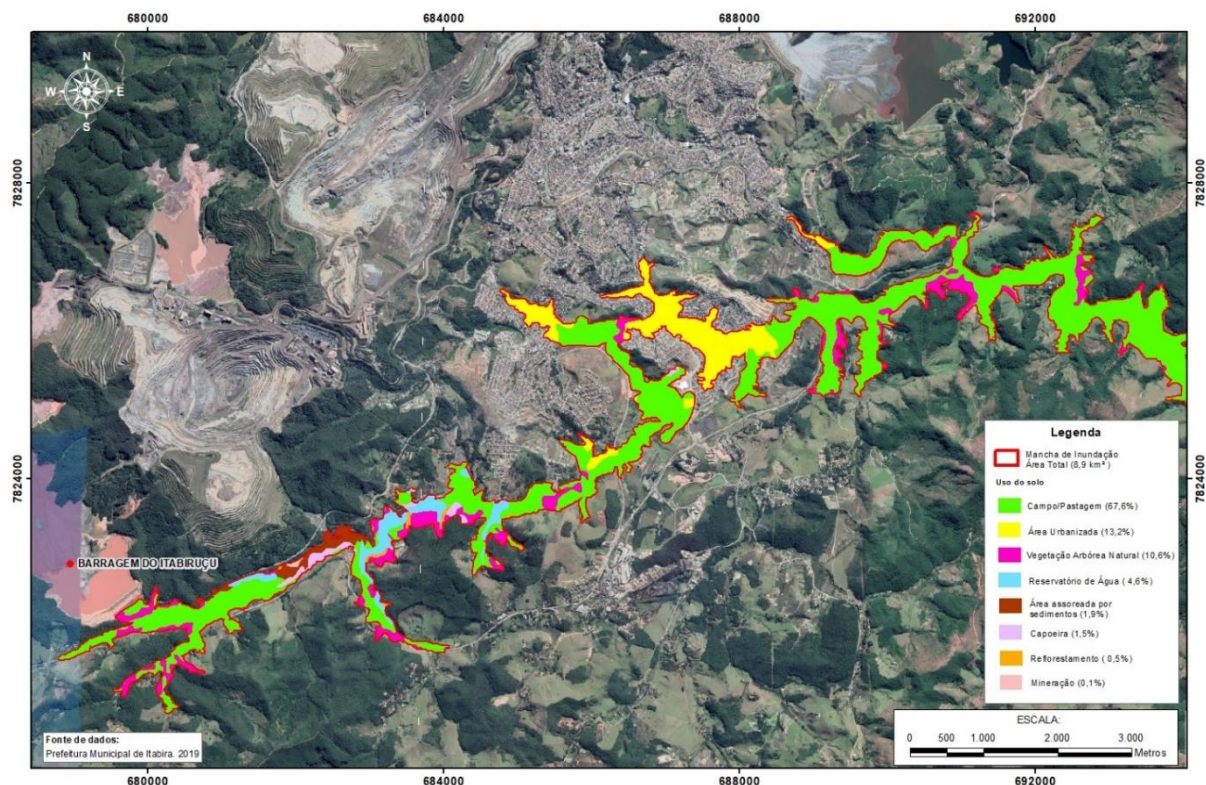
Destaca-se que em um possível rompimento da Barragem de Itabiruçu a ZAS não abrange o perímetro urbano de maior adensamento populacional. Assim, para promover uma evacuação no perímetro urbano, o sistema de alerta foi instalado também nas ZSS's, que consistem nas demais regiões atingidas em um possível rompimento, onde está concentrada a maior densidade demográfica.

Desse modo, de acordo com a Portaria DNPM nº 70.389/2017, as sirenes ou outros mecanismos de alerta, precisam ser adequados e eficientes. O “Caderno de Orientações para Apoio à Elaboração de Planos de Contingência Municipais para Barragens”, instituído pela Portaria nº 187, de 26 de outubro de 2016, define que o sistema de alerta deve garantir em qualquer ponto da área ocupada pela população vulnerável (ZAS ou ZSS), um sinal sonoro de no mínimo 70 decibéis (Defesa Civil Brasil, 2016).

A Vale S. A. realizou no dia 17 de agosto de 2019 um simulado de emergência de barragens em Itabira, com o intuito de orientar a evacuação dos moradores das áreas de risco. No entanto, alguns moradores não conseguiram escutar de suas casas o som das sirenes, que não atingiram os 70 decibéis obrigatórios em todos os pontos (G1, 2019). Outro aspecto relevante é que, segundo a Vale (2019), apenas 7.770 pessoas participaram deste treinamento, correspondendo a aproximadamente 41% da população prevista pela mineradora.

Para compreender os impactos ambientais e socioeconômicos de um acidente desta magnitude, analisou-se ao longo dos 8,9 km<sup>2</sup> abrangidos neste estudo, a mancha de inundação conforme o uso e ocupação do solo (Figura 4).

Figura 4 - Uso e ocupação do solo na área afetada pela simulação da mancha de inundação resultante do rompimento da Barragem de Itabiruçu, Itabira (MG)



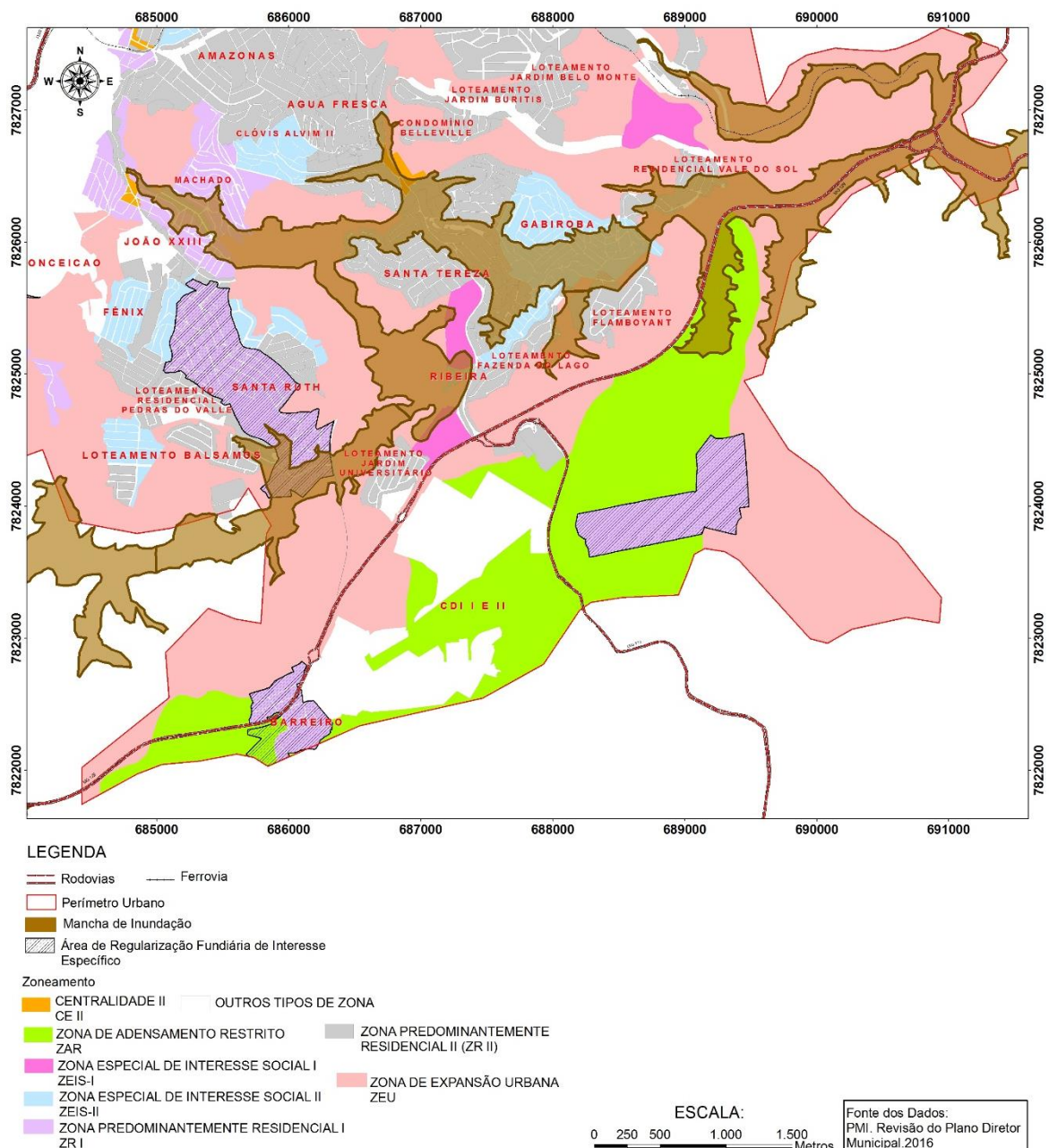
Fonte: Modificado de Google Earth, 2019; Tetra Tech, 2018.

Destaca-se que na área atingida é predominante a utilização de ocupação do solo para pastagem (67,6%), o equivalente a 5,9 km<sup>2</sup>. A segunda forma mais usual do solo está associada à urbanização, com 1,2 km<sup>2</sup> (13,2%); enquanto as áreas de vegetação arbórea natural correspondem a 1 km<sup>2</sup> (10,6%).

Sobrepondo a mancha de inundação com o mapa do zoneamento urbano (Figura 5) percebe-se que 62,5% do perímetro urbano atingido em um possível rompimento é classificado

como Zona de Expansão Urbana (ZEU), que corresponde às áreas vazias não parceladas, adequadas à ocupação urbana pelas condições de seu sítio natural e possibilidade de atendimento por infraestrutura básica (Itabira, 2016).

Figura 5 - Simulação da mancha de inundação decorrente do rompimento da Barragem do Itabiruçu e o Zoneamento Urbano de Itabira (MG)



Fonte: Adaptado de Prefeitura Municipal de Itabira, 2019.

Aproximadamente 23,1% da área atingida está inserida nas Zonas Predominantemente Residenciais (I e II) e Centralidade (II), que correspondem às áreas de comércio e residências

consolidadas, que visam o uso e a ocupação residencial multifamiliar. Apenas 5,4% do perímetro de risco é classificado como Zona de Adensamento Restrito, onde a ocupação deverá ser controlada, mas são permitidos os usos residenciais e de lazer.

Uma das formas de coibir este crescimento em áreas que seriam atingidas em um possível rompimento é a intervenção nas formas de uso e ocupação do solo, como estabelecido no Estatuto da Cidade, Lei nº 10.257/2001, que institui normas para regulação do uso da propriedade urbana em prol da segurança e do bem-estar dos cidadãos, do bem coletivo, assim como do equilíbrio ambiental (Brasil, 2001).

Com relação a essas áreas, ressalta-se que o crescimento populacional nas zonas de risco corresponde a um agravante. Neste sentido, ao serem comparadas imagens de satélite referentes aos anos de 2007 e 2019 (Figura 6), de um trecho afetado pela mancha de inundação, percebe-se que houve um crescimento urbano mais acentuado nas porções leste e central das imagens, abrangendo os bairros Gabiroba, Água Fresca, Vila Bethânia e Jardim dos Ipês, que seriam atingidos pela mancha de inundação.

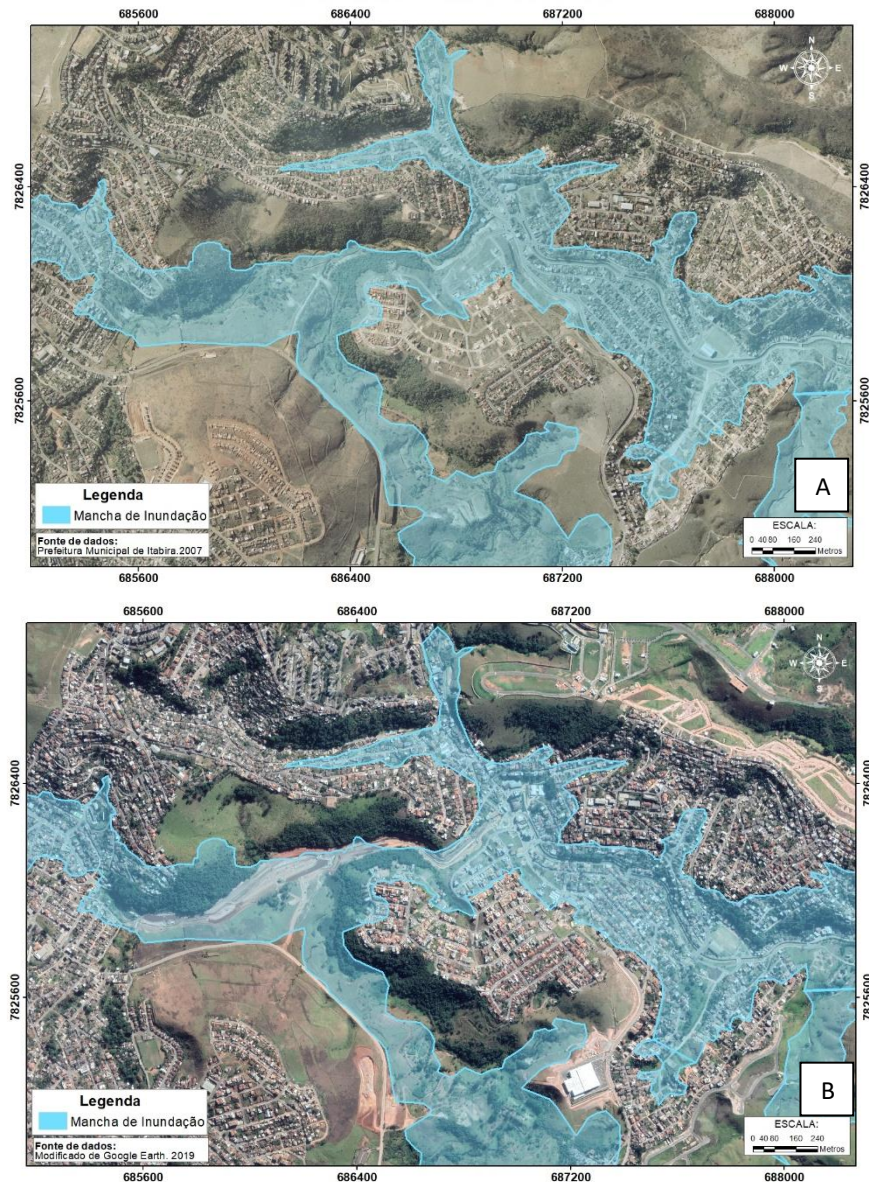
No entanto, o Plano Diretor de Itabira, revisado pela Prefeitura Municipal e Câmara Municipal em novembro de 2016 (Itabira, 2016), não considera a mancha de inundação das barragens como área de risco. Neste sentido, destaca-se que a atribuição dessa classificação, de acordo com o Estatuto da Cidade, seria uma forma de evitar a exposição da população ao risco de desastres.

Desta forma, as áreas intituladas pelo Plano Diretor de Itabira como Zona de Expansão Urbana, atingidas pela mancha de inundação, seriam transformadas em área de risco, onde é proibido o loteamento para fins urbanos conforme a Lei nº 6.766 de 19 de dezembro de 1979, (Brasil, 1979).

Além disso, ressalta-se que algumas medidas antecipatórias para proteger vidas humanas, fundamentadas no princípio da precaução, já estão sendo adotadas pelo poder público. Ressalta-se que, segundo Bohnert (2007), esse princípio é uma das bases do direito ambiental e se baseia no ato de precaver-se quando não são conhecidas as consequências que um dano pode gerar.

Neste sentido, no dia 13 de agosto de 2019, a promotora de Justiça Giuliana Talamoni Fonoff informou à Câmara Municipal de Itabira que o presídio terá que ser transferido para outro local, devido a sua proximidade com a Barragem de Itabiruçu. Segundo a promotora, como a evacuação dos detentos seria inviável, em caso de colapso da estrutura os custos de uma nova instalação são de responsabilidade da Vale S. A. (Lopes, 2019).

Figura 6 - Imagens de satélite referentes aos anos de 2007 (A) e 2019 (B), de um trecho afetado pela simulação da mancha de inundação



Fonte: Modificado de Google Earth, 2019; Tetra Tech, 2018.

Uma forma de compatibilizar o uso das áreas que seriam atingidas em um possível rompimento consiste no uso desse perímetro para a preservação ambiental ou desenvolvimento da agricultura e agropecuária. Isso diminuiria os impactos socioeconômicos decorrentes de uma possível evacuação em massa.

Quanto aos cursos hídricos afetados, consta no PAEBM que o talvegue do vale a jusante, por onde o rejeito percorreria, contempla trechos do Córrego Conceição, Ribeirão de Peixe, Rio Piracicaba e Rio Doce (Vale, 2018). Este último atingido pelo rompimento da Barragem de

Fundão, em Mariana (MG), com impactos ambientais ainda não conhecidos em sua totalidade (Mota, 2017).

Além disso, faz-se importante salientar que a ZSS, situada no perímetro urbano, é delimitada pelo talvegue do Ribeirão de Peixe, onde a ocupação residencial é adensada. Destaca-se que o número de imóveis potencialmente atingidos pelos rejeitos poderia ser reduzido caso a Lei nº 12.651/2012 fosse atendida.

Esta lei, conhecida popularmente como Novo Código Florestal, determina que a faixa marginal de qualquer curso d'água, mesmo no perímetro urbano, corresponde à uma área de preservação permanente, estabelecendo uma distância de 30 m, a partir da borda da calha do leito regular, como uma área a ser preservada (Brasil, 2012).

É possível ainda, identificar rodovias importantes atingidas em um possível rompimento da Barragem de Itabiruçu, que poderiam ser destruídas ou interditadas. O colapso da estrutura impediria o tráfego na MG-129, que liga Belo Horizonte a Itabira (principal acesso à cidade). Além disso, seriam atingidas a Rua Humberto Campos e a Avenida Dr. Pedro Guerra, vias de acesso à LMG-779 “Estrada do Forninho” (ligação entre Itabira a João Monlevade-MG) e a MG-120, conexão entre Itabira e Nova Era (MG).

Com o tráfego impedido nestas vias a alternativa de conexão mais próxima com Belo Horizonte seria passando pelos distritos de Senhora do Carmo, Ipoema e pela cidade de Bom Jesus do Amparo, dos quais 16 km do percurso correspondem a vias não pavimentadas. Este trajeto, aumentaria o percurso em 18,9 km, em uma via sinuosa e sem acostamento, por onde, chegariam auxílio, alimentos e seria transferido o trânsito local de chegada e saída da cidade.

## **5. Considerações finais**

Após os casos recentes de rompimentos de barragem em Minas Gerais, as populações das cidades mineradoras passaram a exigir das autoridades competentes iniciativas que garantissem uma maior segurança e estabilidade dessas estruturas de contenção, bem como a elaboração do Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração (PAEBM).

A proximidade entre comunidades e essas construções traz como consequência a exposição dessa população a riscos decorrentes de sua eventual ruptura. No município de Itabira (MG) essas barragens de contenção de rejeitos se encontram próximas ao perímetro urbano da cidade, o que em caso de um colapso, afetaria diretamente o núcleo comunitário a jusante dessas estruturas.

Dessa forma, este artigo objetivou caracterizar a mancha de inundação, resultante da simulação do rompimento da Barragem de Itabiruçu em Itabira (MG), analisando os possíveis impactos no uso e ocupação do solo, bem como examinar o Plano de Ação Emergencial da estrutura, principalmente quanto ao sistema de sirenes implantado para alertar a população.

Com relação ao PAEBM, nenhuma inconformidade com a legislação vigente foi identificada. No entanto, a baixa adesão ao simulado de evacuação e a ineficiência do sistema de sirenes que não emitiu alertas audíveis em algumas localidades, apontam para uma necessidade de intervenção.

Constatou-se também que a maior parte da mancha de inundação está inserida em região utilizada como pastagem, o que não desencadearia, a princípio, impactos ambientais e socioeconômicos significativos. Entretanto, uma parcela considerável da mancha de inundação contempla áreas urbanizadas, nas quais os impactos são incalculáveis, com perdas tanto humanas quanto materiais.

Assim, na ausência de medidas para impedir o avanço do crescimento populacional nas regiões que poderiam ser atingidas por um possível rompimento, a tendência é de que áreas de risco que ainda não estão ocupadas sejam destinadas ao parcelamento para ocupação habitacional nos próximos anos.

Além disso, considerando as construções já consolidadas em áreas de risco, o número de casas atingidas poderia ser reduzido com o cumprimento das exigências do Novo Código Florestal, que determina a preservação permanente da mata ciliar ao longo de cursos hídricos, mesmo no perímetro urbano.

Ressalta-se que como as três rodovias que ligam Itabira a Belo Horizonte, João Monlevade e Nova Era ficariam interditadas em um possível rompimento, o atendimento às vítimas seria prejudicado, já que todo o tráfego local teria que ser transferido para uma estrada sem acostamento e com trechos sem pavimentação.

Devido à complexidade dos impactos associados ao rompimento da Barragem de Itabiruçu, compreende-se a necessidade de novos estudos baseados na criação de métodos que excluam ou reduzam esses efeitos, como por exemplo, a retirada da população que reside na Zona de Autossalvamento, indenizando essas pessoas e dando outra destinação a área.

Por fim, é possível identificar ainda a necessidade de políticas mais rigorosas visando a segurança pública e melhor planejamento do município, responsável por mediar conflitos e interesses.



## Referências

Acevedo, C. R. & Nohara, J. J. (2013). *Como fazer monografias: TCC, dissertações e teses*. 4.ed. rev. atual. São Paulo: Atlas.

Andrade, C. F. (2012). *Relevo Antropogênico Associado à Mineração de Ferro no Quadrilátero Ferrífero: Uma Análise Espaço/Temporal do Complexo Itabira (Município de Itabira – MG)*. Tese (Pós-Graduação do Departamento de Geografia). Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG. Belo Horizonte, MG.

Brasil. Lei 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. Brasília, DF, 19 de dezembro de 1979. Acesso em 01 de novembro de 2019 em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L6766.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6766.htm).

Brasil. Lei 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. Brasília, DF, 10 de julho de 2001. Acesso em 15 de setembro de 2019 em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/110257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110257.htm).

Brasil. Lei 12.334, de 20 de setembro de 2010. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art. 35 da Lei no 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4º da Lei nº9.984, de 17 de julho de 2000. *Diário Oficial da União*. Brasília, DF, 20 de setembro de 2010. Acesso em 14 de fevereiro de 2019 em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Lei/L12334.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12334.htm).

Brasil. Lei 12.651, de 25 de maio de 2012. Estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos. *Diário Oficial da União*. Brasília, DF, 25 de maio de 2012. Acesso em 25 de outubro de 2019 em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm).

Brasil. Portaria nº 70.389, de 17 de maio de 2017. Cria o Cadastro Nacional de Barragens de Mineração, o Sistema Integrado de Gestão em Segurança de Barragens de Mineração e estabelece a periodicidade de execução ou atualização, a qualificação dos responsáveis técnicos, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do Plano de Segurança da Barragem, das Inspeções de Segurança Regular e Especial, da Revisão Periódica de Segurança de Barragem e do Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração, conforme art. 8º, 9º, 10, 11 e 12 da Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens - PNSB. *Diário Oficial da União*. Acesso em 23 de março de 2019 em <http://www.anm.gov.br/aceso-a-informacao/legislacao/portarias-do-diretor-geral-do-dnmp/portarias-do-diretor-geral/portaria-70-389-de-2017/view>.

Bohnert, L. N. (2007). *Princípio da Precaução no Direito Ambiental*. Acesso em 02 de novembro de 2019 em <https://www.direitonet.com.br/artigos/exibir/3939/Principio-da-Precaucao-no-Direito-Ambiental>.

Botelho, J. M & Cruz, V. A. G. (2013). *Metodologia Científica*. São Paulo: Pearson Education do Brasil.

Defesa Civil Brasil. (2016). *Orientações para apoio à elaboração de Planos de Contingência Municipais para Barragens*. Acesso em 27 de outubro de 2019 em [http://www.sidec.sp.gov.br/PlanoContingencia/1485202470\\_Orientaes-Planos-Contingencia-Barragens.pdf](http://www.sidec.sp.gov.br/PlanoContingencia/1485202470_Orientaes-Planos-Contingencia-Barragens.pdf).

Duarte, A. P. (2008). *Classificação das barragens de contenção de rejeitos de mineração e de resíduos industriais no estado de minas gerais em relação ao potencial de risco*. 130f. Dissertação (Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, MG.

G1. (2019). *Milhares de moradores de Itabira/MG participam de simulado de fuga*. Acesso em 01 de outubro de 2019 em <https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2019/08/17/milhares-de-moradores-de-itabira-mg-participam-de-simulado-de-fuga.ghtml>.

Google. (2019). *Google Earth*. Versão 7.3.2. Nota (Itabira MG). Acesso em 12 de outubro de 2019 em <http://www.google.com/earth/download/ge/agree.html>.

Itabira. (2016). *Plano Diretor Participativo do Município de Itabira*. 2016. Acesso em 30 de setembro de 2019 em [http://www.itabira.cam.mg.gov.br/abrir\\_arquivo.aspx/%20Plano\\_Diretor\\_Participativo\\_do\\_Municipio\\_de\\_Itabira\\_?cdLocal=2&arquivo=%7BC18EDD3E-3DCC-D4D4-A361EB63D B46C8E6%7D.pdf](http://www.itabira.cam.mg.gov.br/abrir_arquivo.aspx/%20Plano_Diretor_Participativo_do_Municipio_de_Itabira_?cdLocal=2&arquivo=%7BC18EDD3E-3DCC-D4D4-A361EB63D B46C8E6%7D.pdf).

Lopes, T. (2019). *Novo presídio de Itabira pode ter até seis vezes mais vagas*. Defato Online. 2019. Acesso em 15 de outubro de 2019 em <https://defatoonline.com.br/novo-presidio-pretendido-por-itabira-pode-ter-ate-seis-vezes-mais-vagas/>.

Meireles, A. F. C. (2017). *Gerenciamento de risco geotécnico e geológico das barragens de rejeito de minério de ferro do Complexo Minerador de Itabira – MG*. Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental. Faculdade de Ciências Administrativas e Contábeis de Itabira.

Milonas, J. G. (2006). *Análise do processo de reconstituição de amostras para caracterização do comportamento de barragens de rejeito de minério de ferro em aterro hidráulico*. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

Mota, C. V. (2017). *Após dois anos, impacto ambiental do desastre em Mariana ainda não é totalmente conhecido*. BBC News. 5 de nov. de 2017. Acesso em 20 de outubro de 2019 em <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-41873660>.

Passarinho, N. (2019). *Tragédia com barragem da Vale em Brumadinho pode ser a pior no mundo em 3 décadas*. Acesso em 18 de fevereiro de 2019 em <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-47034499>.

Prefeitura Municipal de Itabira. (2019). *Zoneamento Urbano de Itabira*. Base de dados geográficos.

Santos, B. M. (2017). *Análise computacional do rompimento hipotético da barragem de Tucuruí-PA com o auxílio do software Mike Flood*. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia de Barragem e Gestão Ambiental). Universidade Federal do Pará, Tucuruí.

Tetra Tech. (2018). *PAEBM. Plano de Ação Emergencial para Barragens de Mineração*. RL-TTC-C05556-02-IBC. Julho de 2018.

Vale. (2018). *Plano de Ação de Emergência da Barragem do Itabiruçu*. Itabira, MG. 73 p.

Vale. (2019). *Simulado de emergência de barragens reúne 7.770 moradores de Itabira*. Acesso em 20 de setembro de 2019 em <http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/news/Paginas/simulado-de-emergencia-de-barragens-reune-7-770-moradores-de-itabira.aspx>.

#### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Priscila Rhayane da Silva – 40%

Rayner Felipe Muller – 40%

Juni Cordeiro – 20%