

**Impactos decorrentes de um possível rompimento de uma barragem de mineração no  
Município de Itabira, Estado de Minas Gerais, Brasil**

**Impacts resulting from a possible rupture of a mining dam in the Municipality of  
Itabira, Minas Gerais State, Brazil**

**Impactos resultantes de una posible ruptura de una presa minera en la Ciudad de  
Itabira, Estado de Minas Gerais, Brasil**

Recebido: 06/08/2020 | Revisado: 19/08/2020 | Aceito: 25/08/2020 | Publicado: 29/08/2020

**Eliny Rodrigues Fonseca**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6214-5158>

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

E-mail: [elinyrodrigues@hotmail.com](mailto:elinyrodrigues@hotmail.com)

**Grazielle Cristina Assis Carneiro**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8120-9858>

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

E-mail: [grazielle.carneiro17@outlook.com](mailto:grazielle.carneiro17@outlook.com)

**Eliane Maria Vieira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1749-6105>

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

E-mail: [elianevieira@unifei.edu.br](mailto:elianevieira@unifei.edu.br)

**Resumo**

Este trabalho teve como objetivo espacializar a mancha de inundação e os impactos decorrentes de um possível rompimento da barragem do Pontal no município de Itabira/MG. Os dados utilizados foram fornecidos pela Defesa Civil Municipal da Secretaria Municipal de Meio Ambiente do município. A metodologia consistiu na confecção de mapas com a espacialização da mancha de inundação e uso e ocupação do solo, por meio do software ArcGIS 10.3. Em caso de rompimento da barragem, o principal corpo hídrico do município o rio do Peixe, que está a jusante da barragem do Pontal, além de seus afluentes, seriam atingidos. Conseqüentemente, haveria um impacto na qualidade da água, como o aumento da turbidez, redução do OD, além do aumento da concentração de metais pesados e outros elementos presentes no rejeito da mineração. Haveria impactos também na área urbana, como a destruição de residências, da vegetação e da fauna, além da perda de vidas humanas, caso

não haja a rápida evacuação. A extensão da mancha é de aproximadamente 9,80 km em Itabira, porém ela ultrapassa os limites do município. Conclui-se que diante de uma possível ruptura da barragem, os danos ambientais a jusante da barragem seriam grandes, tanto para o município de Itabira, quanto para os demais municípios que poderiam ser atingidos, com a alteração da qualidade da água, a devastação da vegetação e de construções urbanas, além das diversas formas de vida presentes na área.

**Palavras-chave:** Barragem do pontal; Inundação; Rio do Peixe.

### **Abstract**

This work aimed to spatialize the flood spot and the impacts resulting from a possible rupture of the Pontal dam in the municipality of Itabira/MG. The data used were provided by the Municipal Civil Defense of the Municipal Department of Environment of the municipality. The methodology consisted of making maps with the spatialization of the floodplain and land use and occupation, using ArcGIS 10.3 software. In the event of the dam rupture, the main water body of the municipality, the Peixe River, which is downstream of the Pontal dam, in addition to its tributaries, would be affected. Consequently, there would be an impact on water quality, such as increased turbidity, reduced OD, and increased concentration of heavy metals and other elements present in mining tailings. There would also be impacts on the urban area, such as the destruction of homes, vegetation and fauna, in addition to the loss of human lives, if there is not rapid evacuation. The length of the stain is approximately 9.80 km in Itabira, but it exceeds the limits of the municipality. It is concluded that in the face of a possible rupture of the dam, the environmental damage downstream of the dam would be great, both for the municipality of Itabira, as well as for the other municipalities that could be affected, with the change in water quality, the devastation of vegetation and urban construction, in addition to the various forms of life present in the area.

**Keywords:** Pontal dam; Flood; Fish river.

### **Resumen**

Esta labor tenía por objeto espacializar el punto de inundación y los impactos resultantes de una posible ruptura de la presa del Pontal en el municipio de Itabira/MG. Los datos utilizados fueron proporcionados por la Defensa Civil Municipal del Departamento Municipal de Medio Ambiente del municipio. La metodología consistió en la elaboración de mapas con la espacialización de la llanura de inundación y el uso y ocupación de la tierra, utilizando el software ArcGIS 10.3. En caso de que se rompiera la presa, se vería afectada la principal

masa de agua del municipio, el río Peixe, que se encuentra aguas abajo de la presa del Pontal, además de sus afluentes. En consecuencia, habría un impacto en la calidad del agua, como el aumento de la turbiedad, la reducción de la densidad óptica y el aumento de la concentración de metales pesados y otros elementos presentes en los residuos mineros. Si no se produce una evacuación rápida, también se producirían impactos en la zona urbana, como la destrucción de viviendas, vegetación y fauna, además de la pérdida de vidas humanas. La longitud de la mancha es de aproximadamente 9,80 km en Itabira, pero excede los límites del municipio. Se concluye que ante una posible ruptura de la presa, el daño ambiental aguas abajo de la misma sería grande, tanto para el municipio de Itabira, como para los demás municipios que podrían verse afectados, con el cambio de la calidad del agua, la devastación de la vegetación y la construcción urbana, además de las diversas formas de vida presentes en la zona.

**Palabras clave:** Presa pontal; Inundación; Río do Peixe.

## 1. Introdução

A atividade minerária no Brasil vem sendo um segmento relevante da economia, sendo essencial na produção de bens e serviços, no seu desenvolvimento e na contribuição da melhoria do bem-estar e qualidade de vida da população, gerando empregos e impostos, além de permitir o avanço econômico nas regiões onde estão instaladas (Carvalho, 2018).

Atualmente a disposição de rejeitos da mineração tem sido um aspecto em foco na área da mineração, pois o acondicionamento em forma de polpa ainda é a técnica comumente mais usada e requer grandes estruturas de terra ou rejeitos grossos (barragens) para contenção dos rejeitos ou das frações finas desses, respectivamente (Ferrante, 2014).

Segundo a Fundação Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais (FEAM, 2017), foram contabilizadas no ano de 2017 o total de 698 estruturas de barragens no Estado, sendo 435 somente de barragens de mineração, distribuídas em diferentes classes de potencial de dano ambiental.

O rompimento da barragem de Fundão em novembro de 2015, alterou substancialmente as características limnológicas dos rios afetados. Esses rios tiveram o material sedimentado em suas calhas revolvido e foram assoreados pelo rejeito da mineração de ferro que matou além de grande parte da biota fluvial, pessoas e animais que se encontravam às margens de seus cursos, e ainda removeu a vegetação ciliar e demoliu ou comprometeu as edificações nas planícies de inundação. Passando por áreas com grandes concentrações de metais pesados, o fluxo da lama transportou e continua a transportar esses

metais ao longo do Rio Doce, alcançando a foz no Oceano Atlântico (Fernandes, 2017).

O município de Itabira/MG desde 1942 é berço da mineradora Vale e tem na mineração a sua principal atividade econômica. O Complexo Itabira é uma unidade geológica que se localiza na extremidade nordeste do Quadrilátero Ferrífero e nas vizinhanças imediatas do perímetro urbano do município, que alcança em superfície, uma área aproximada de 180 km<sup>2</sup>, e cujo acervo mineralógico mais relevante é a presença de minério de ferro (Ferreira, 2018).

Há quinze barragens no município, das quais cinco ficam próximas do perímetro urbano – entre elas, as duas maiores, Pontal e Itabiruçu. Em alguns bairros, as casas terminam onde começa a represa de rejeitos de minério de ferro. As cinco barragens mais próximas do centro da cidade armazenam 423 milhões de metros cúbicos de rejeitos, segundo os dados mais recentes da Agência Nacional de Mineração (ANM) - o número é de janeiro de 2019. É um volume equivalente a 33 vezes o que havia na primeira barragem que se rompeu na mina do Córrego do Feijão, em Brumadinho (BBC Brasil, 2019).

Diante do exposto, este trabalho visa espacializar a área de inundação utilizando a ferramenta SIG, e analisar os impactos causados nas imediações das áreas a jusante da Barragem do Pontal em Itabira/MG em um possível rompimento.

## **2. Metodologia**

Esse trabalho se caracteriza como uma pesquisa exploratória onde foi levantada uma situação-problema e hipóteses sobre o que esse problema poderia ocasionar. Utilizou-se como metodologia levantamento de informações através de mapas, consultas a relatórios e referências bibliográficas (Gil, 2008, Pereira et al., 2018).

### **2.1. Plano de Ações Emergenciais para Barragens de Mineração - PAEBM**

Para desenvolvimento do trabalho foi realizada consulta ao Plano de Ações Emergenciais para Barragens de Mineração do Sistema Pontal, elaborado pela empresa Vale S/A e disponibilizado pela Defesa Civil Municipal da Secretaria Municipal de Meio Ambiente do município.

De acordo com Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), no Artigo 8º da Portaria DNPM nº 416/2012, para Barragens de Mineração, o Plano de Segurança da Barragem (PSB) deverá ser composto ordinariamente por 4 (quatro) volumes. Entretanto,

quando se tratar de barragens com Dano Potencial Associado Alto ou em qualquer caso, a critério do DNPM, o Plano de Segurança de Barragens (PSB) deverá conter 5 (cinco) volumes, sendo o último o do Plano de Ações Emergenciais para Barragens de Mineração (PAEBM), a saber:

- Volume I – Informações Gerais;
- Volume II – Planos e Procedimentos;
- Volume III – Registros e Controles;
- Volume IV – Revisão Periódica de Segurança de Barragem; e
- Volume V – Plano de Ações Emergenciais para Barragens de Mineração.

O PAEBM consiste em um documento técnico a ser elaborado pelo empreendedor. Devem ser identificadas no documento as situações de emergências que possam colocar em risco a integridade da barragem, bem como devem ser estabelecidas as ações necessárias para sanar os danos, além da definição dos agentes envolvidos a serem notificados de tais ocorrências. O objetivo do documento é evitar ou minimizar danos com perdas de vida, propriedades e comunidades a jusante no caso de um possível evento (Instituto Minere, 2016).

## **2.2. Caracterização da área de estudo**

A Barragem do Pontal está localizada no córrego dos Doze, afluente do rio do Peixe, que deságua no rio Piracicaba. A barragem aglomera aproximadamente 215 milhões de metros cúbicos de rejeito, a bacia de drenagem ocupa uma área total de 16,3 km<sup>2</sup>, ocupada com cerca de 32% pela superfície do reservatório e o restante por matas homogêneas de eucalipto, pela cava da Mina Cauê, pelas instalações industriais e escritórios e parte da zona urbana de Itabira (Ferreira, 2018).

O Sistema Pontal é composto pela Barragem Pontal, os diques 02, 03, 04 e 05, Dique Minervino e o Dique Cordão Nova Vista, todos implantados na Mina Cauê pertencente ao complexo Itabira Água Limpa, administrada pela empresa Vale (PAEMB, 2018).

Segundo Ferreira (2018) no Complexo Minerador de Itabira/MG, o beneficiamento que era realizado a seco passou a ser praticado por via úmida, provocando grandes volumes de rejeitos. A barragem foi construída da necessidade de reter grandes quantidades de água para comportar e acumular os rejeitos e recircular a água de processo.

### 2.3. Confeção de mapas

Para a confecção dos mapas utilizou-se dados que foram fornecidos pela Defesa Civil Municipal da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Itabira/MG, como o arquivo KML da mancha de inundação, e o Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração (PAEBM) do Sistema Pontal, confeccionado em maio de 2018. Para espacializar a mancha de inundação, o arquivo KML foi convertido por meio do software ArcGIS 10.3 em arquivo shapefile. As imagens do Google Earth (2019) foram georreferenciadas por meio da ferramenta Georeferencing. Para auxiliar na definição dos impactos, foi gerado o mapa de uso e ocupação do solo da mancha abrangendo grande parte do município de Itabira/MG.

### 2.4. Identificação dos impactos

Através de consultas ao PAEBM do Sistema Pontal, de referências da literatura e dos mapas gerados, buscou-se fazer a análise descritiva dos impactos que poderiam advir de um possível rompimento da Barragem do Pontal.

## 3. Resultados e Discussão

### 3.1. Caracterização da barragem

A Deliberação Normativa COPAM nº 87, de 17 de junho de 2005, dispõe sobre critérios de classificação de barragens de contenção de rejeitos, de resíduos e de reservatório de água em empreendimentos industriais e de mineração no Estado de Minas Gerais. Essa deliberação apresenta os parâmetros para a determinação do porte da barragem e do porte do reservatório das estruturas no estado de Minas Gerais (Tabela 1).

**Tabela 1** – Critérios para definição do porte da barragem e do porte do reservatório.

Porte da Barragem	Altura da Barragem H (m)	Porte do Reservatório	Volume do Reservatório Vr (m <sup>3</sup> )
Pequeno	$H < 15$	Pequeno	$V_r < 500.000$
Médio	$15 \leq H \leq 30$	Médio	$500.000 \leq V_r \leq 5.000.000$
Grande	$H > 30$	Grande	$V_r > 5.000.000$

Fonte: Adaptado de Brasil (2005).

Segundo dados do PAEBM (2018), a Barragem Pontal (Figura 1) possui 69 metros de altura, e seu reservatório possui 212.585.839 m<sup>3</sup>, dessa forma, conforme os critérios apresentados na Tabela 1, o porte da barragem e do reservatório podem ser definidos como de grande porte.

**Figura 1** - Localização da Barragem do Pontal.



Fonte: Google Earth (2019).

A Figura 1 apresenta a localização do Sistema Pontal, no complexo Itabira Água Limpa, na Mina Cauê. Pode-se observar na figura a proximidade da barragem do Pontal à área urbana do município de Itabira, e a presença de residências à jusante da barragem, tornando necessário um plano de ação eficiente para uma situação de emergência em caso de rompimento.

De acordo com a Portaria do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) n° 70.389 de 2017, é avaliada uma situação de emergência quando forem detectadas na inspeção de segurança especial da barragem, anomalias com pontuação máxima de 10 (dez) pontos no Estado de conservação da Matriz de Categoria de Risco, desta mesma portaria e também em qualquer tempo, quando determinadas pelo DNPM, ocorrências de eventos excepcionais que possam constituir impactos nas condições de estabilidade da barragem. Também é apontada como emergência qualquer outra circunstância com potencial comprometimento de segurança da estrutura da barragem.

Para provocar uma emergência no Sistema Pontal, os episódios favoráveis estão

alusivos principalmente a:

- Obstrução do sistema extravasor, volume de amortecimento insuficiente para passagem de onda de cheia ou falhas em estruturas de concreto que podem ocasionar o galgamento da barragem;
- Falhas no sistema de drenagem interna, que podem gerar gradientes hidráulicos elevados e percolação não controlada de água (piping) no maciço ou na fundação;
- Movimentos de assentamento do maciço, baixa resistência dos materiais de fundação ou do maciço, elevação das poropressões ou eventos sísmicos, que podem gerar trincas, deformações e recalques, levando à instabilização da barragem;
- Mau funcionamento do sistema de drenagem superficial e falhas na cobertura dos taludes, que podem gerar erosões profundas, levando à instabilização da barragem;
- Aumento no nível freático do maciço, perda do comprimento de praia, declividade excessiva nos taludes, perda de resistência por parte do maciço ou fundação e eventos sísmicos que podem gerar deslizamentos e escorregamentos dos taludes levando a instabilização da barragem (PAEMB, 2018).

Através das situações de emergências, foram classificados também os Níveis de Emergência de acordo com a mesma portaria (Tabela 2):



**Tabela 2** - Níveis de Emergência de acordo com a situação.

Nível de Emergência	Definição
Nível 1	Quando identificada irregularidade que resulte na pontuação máxima de 10 pontos no estado de conservação da matriz de categoria de risco, ou seja, quando iniciada uma inspeção de segurança especial e para qualquer outra situação com potencial comprometimento de segurança da estrutura.
Nível 2	Quando o resultado das ações adotadas na anomalia de nível 1 for classificado como “não controlado”, sendo quando a anomalia que resultou na pontuação máxima de 10 pontos não foi controlada e tampouco extinta, necessitando de uma nova inspeção e de outras intervenções a fim de eliminá-la.
Nível 3	Caracteriza-se por uma situação de ruptura iminente ou que está ocorrendo.

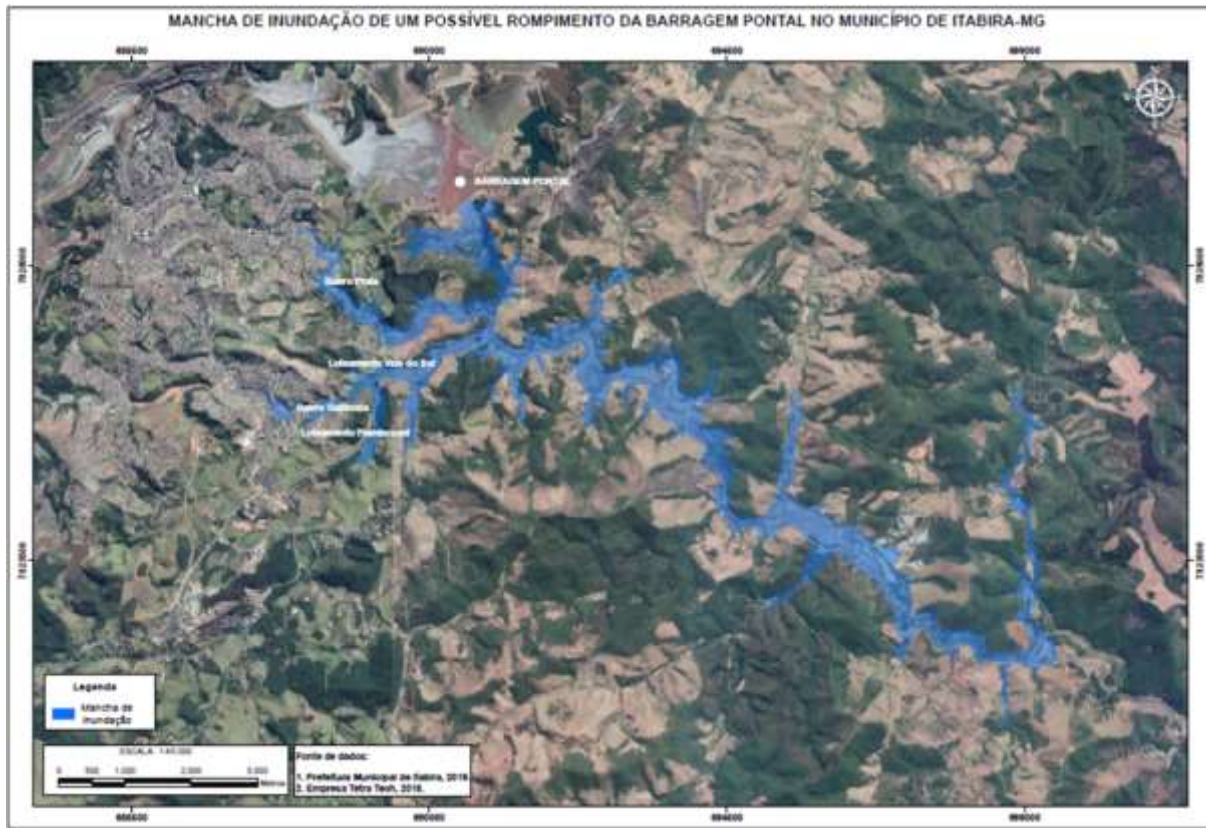
Fonte: Adaptado de PAEBM (2018).

O Sistema Pontal se encontra classificada como nível de emergência 1, detalhado na Tabela 2. A empresa Vale S/A realiza procedimentos preventivos para garantir a condição de segurança e o funcionamento adequado de todos os componentes da barragem. Esses procedimentos são as Inspeções de Segurança Regular, o Monitoramento (Leituras e Análises da Instrumentação) e a Manutenção. As inspeções de segurança regular propõem visitas a campo buscando identificar problemas instalados ou passíveis de ocorrerem, junto a Ficha de Inspeção Regular. O monitoramento é realizado com equipamentos de instrumentação como piezômetros, indicadores de nível d'água, medidor de vazão e régua limnimétrica. A manutenção é realizada a partir das observações realizadas nas inspeções regulares de modo a garantir a operação e segurança da estrutura da barragem (PAEBM, 2018).

### **3.2. Espacialização da mancha de inundação**

Para a auxiliar na análise dos impactos foi espacializada a mancha de inundação da barragem, como apresentado na Figura 2.

**Figura 2** - Mancha de inundação de um potencial rompimento da Barragem Pontal em Itabira/MG.



Fonte: Adaptado de Tetra Tech (2018).

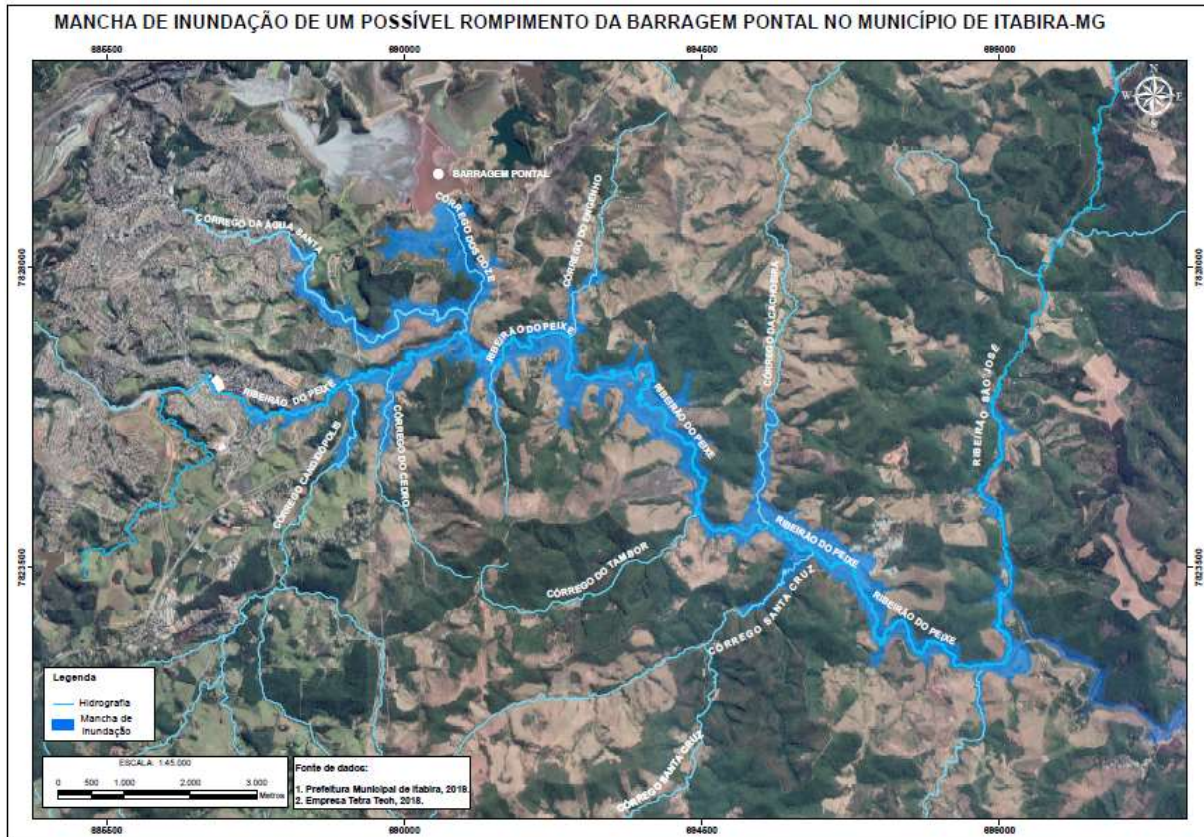
A Figura 2 apresenta a espacialização da mancha de inundação em um possível rompimento da barragem do Pontal. As áreas que seriam atingidas correspondem a uma parcela da área urbana do município, corpos hídricos e áreas de vegetação que se encontram a jusante da barragem.

A Barragem do Pontal localizada no município de Itabira, está inserida na bacia hidrográfica do Rio Doce que possui uma área de drenagem de 86.715 Km<sup>2</sup>, sendo que 86% estão em Minas Gerais e 14% no Espírito Santo. Fazendo parte da bacia do Rio Doce, a barragem está inserida também nas bacias hidrográficas do rio Piracicaba, e na sub-bacia do Rio do Peixe. (IGAM, 2019).

Em caso de rompimento da barragem, o rio do Peixe seria o primeiro atingido, pois ele é o principal rio a jusante da Barragem do Pontal (Figura 3), além de vários córregos afluentes, o que poderia ocasionar uma queda na qualidade da água, aumentando os rejeitos concomitante ao nível do rio, alterando aspectos como a turbidez e cor, aumento dos sedimentos e diminuição do oxigênio dissolvido, além de inserir vários elementos que

compõe os rejeitos de mineração.

**Figura 3** - Hidrografia da mancha de inundação de um potencial rompimento da Barragem Pontal em Itabira/MG.



Fonte: Adaptado de Tetra Tech (2018).

A Figura 3 apresenta a hidrografia a jusante da barragem do Pontal, e os principais corpos hídricos a serem atingidos em caso de rompimento. O rio do Peixe, principal corpo hídrico do município e um importante afluente do rio Piracicaba, juntamente com seus afluentes, seriam os primeiros atingidos.

O nível de emergência 3 identificado por uma situação de ruptura iminente ou que está ocorrendo, possui os possíveis impactos relacionados ao meio ambiente alistados de acordo com o PAEBM (2018) elaborado pela empresa Vale S/A, como descritos na Tabela 3. Para essas situações de emergência, é necessário realizar imediatamente alerta na região de autossalvamento.

**Tabela 3** - Impactos associados ao nível identificado para a barragem (PAEBM, 2018).

Nível de Emergência	Modo de Falha	Situação de Emergência	Possíveis Impactos Associados
3	Galgamento	Galgamento do barramento com abertura de brecha e ruptura iminente da estrutura ou ruptura em progresso	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Impactos em APP – Área de Preservação Permanente nas faixas marginais ao leito dos cursos d'água;</li> <li>2. Possíveis problemas relacionados ao abastecimento de água e fornecimentos de energia elétrica</li> <li>3. Inundação de áreas urbanas ao longo do vale a jusante com danos a benfeitoria e aos moradores;</li> <li>4. Interrupção do tráfego de vias de acesso importantes;</li> <li>5. Assoreamento dos cursos d'água a jusante da barragem com deposição de sedimentos no leito do rio a jusante e possível alteração da calha principal dos rios em alguns trechos;</li> <li>6. Destruição da camada vegetal e do habitat, remoção do solo de cobertura, deposição de rejeitos/sedimentos, destruição de vida animal, biota aquática, e demais prejuízos a fauna e flora características da região.</li> </ol>
3	<i>Piping</i>		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Impactos em APP – Área de Preservação Permanente nas faixas marginais ao leito dos cursos d'água;</li> <li>2. Possíveis problemas relacionados ao abastecimento de água e fornecimentos de energia elétrica</li> <li>3. Inundação de áreas urbanas ao longo do vale a jusante com danos a benfeitoria e aos moradores;</li> <li>4. Interrupção do tráfego de vias de acesso importantes;</li> <li>5. Assoreamento dos cursos d'água a jusante da barragem com deposição de sedimentos no leito do rio a jusante e possível alteração da calha principal dos rios em alguns trechos;</li> <li>6. Destruição da camada vegetal e do habitat, remoção do solo de cobertura, deposição de rejeitos/sedimentos, destruição de vida animal, biota aquática, e demais prejuízos a fauna e flora características da região.</li> </ol>
3	Instabilização	Instabilização em evolução e desenvolvimento da brecha de ruptura. A ruptura é iminente ou está ocorrendo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Impactos em APP – Área de Preservação Permanente nas faixas marginais ao leito dos cursos d'água;</li> <li>2. Possíveis problemas relacionados ao abastecimento de água e fornecimentos de energia elétrica</li> <li>3. Inundação de áreas urbanas ao longo do vale a jusante com danos a benfeitoria e aos moradores;</li> <li>4. Interrupção do tráfego de vias de acesso</li> </ol>

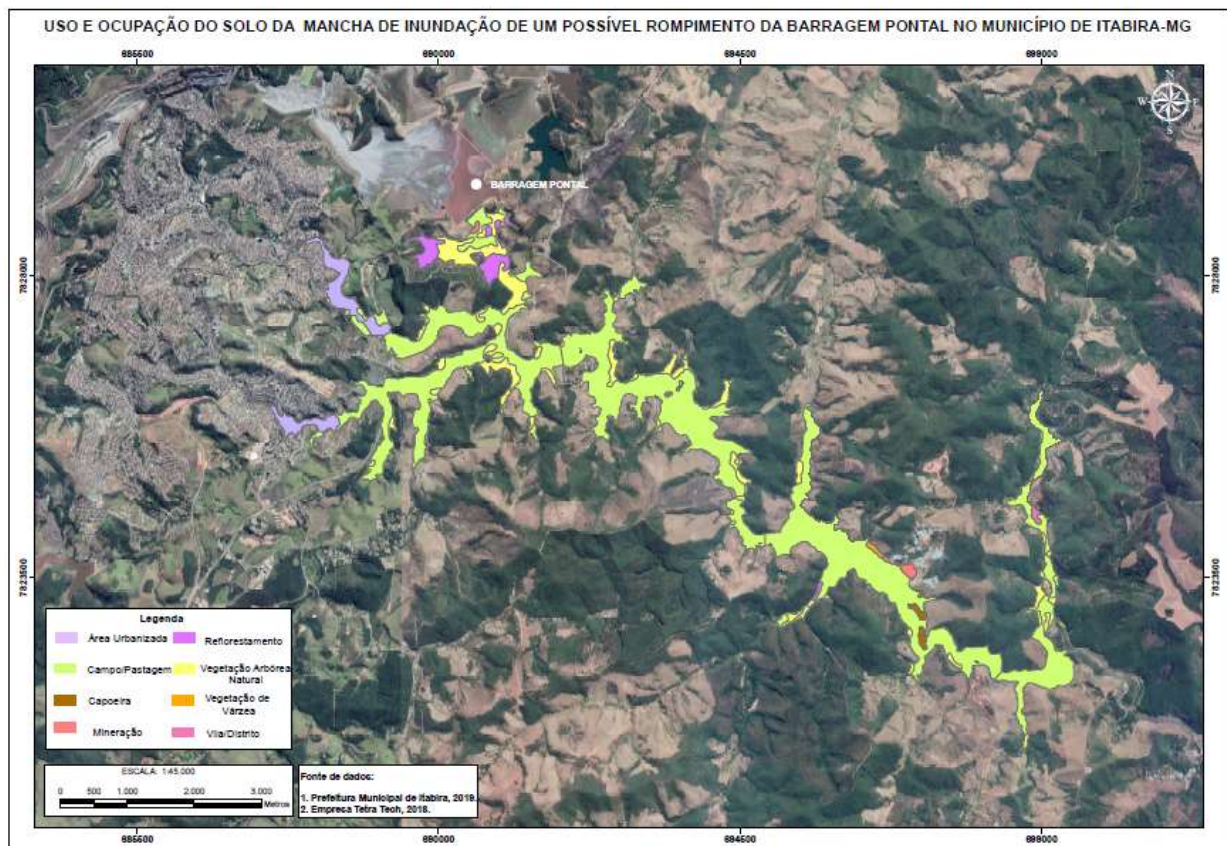
			importantes; 5. Assoreamento dos cursos d'água a jusante da barragem com deposição de sedimentos no leito do rio a jusante e possível alteração da calha principal dos rios em alguns trechos; 6. Destruição da camada vegetal e do habitat, remoção do solo de cobertura, deposição de rejeitos/sedimentos, destruição de vida animal, biota aquática, e demais prejuízos a fauna e flora características da região.
--	--	--	---

Fonte: Adaptado do PAEBM (2018).

A Tabela 3 descreve os impactos decorrentes para situação de emergência de nível 3, quando a possibilidade de ruptura iminente de acordo com o modo de falha, que pode ser o galgamento, o *piping* ou a instabilização. Para os três modos de falha, os impactos seriam os mesmos, como: impactos em APPs (Áreas de proteção permanente), problemas relacionados ao abastecimento de água e fornecimento de energia elétrica, inundação de áreas urbanas, entre outros.

A Figura 4 apresenta o mapa de uso e ocupação do solo da mancha de inundação de uma possível ruptura da Barragem do Pontal em Itabira/MG. Essa área possui aproximadamente 9,80 km de extensão, localizada em Itabira/MG, porém a mancha ultrapassa os limites do município.

**Figura 4** - Uso e ocupação do solo da mancha de inundação de um possível rompimento da Barragem Pontal em Itabira/MG.



Fonte de dados: Adaptado de Tetra Tech (2018).

A Figura 4 representa a classificação de uso e ocupação do solo na área que seria atingida em caso de rompimento da barragem. Após cálculos referentes a área atingida foi possível identificar a porcentagem referente para cada uso, como detalhado na Tabela 4.

**Tabela 4** - Porcentagem de cada área.

Área	%
Campo/Pastagem	77,40
Vegetação arbórea natural	12,70
Área urbanizada	5,29
Reflorestamento	2,99
Capoeira	0,66
Mineração	0,62
Vila/Distrito	0,21
Vegetação de várzea	0,20

Fonte: Autoras (2019).

É possível observar que a maior parte da área é coberta por campo/pastagem, vegetação arbórea, seguidas pela área urbanizada. Já a menor parte é referente a vegetação de várzea e vila/distrito. Em um potencial rompimento, os danos ambientais e a área urbana seriam maiores.

### **3.3. Impactos associados a um possível rompimento da barragem**

De acordo com o art. 1º da Resolução CONAMA nº 001/1986, que “dispõe sobre os critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental”, pode se definir impacto ambiental como:

Art. 1º: [...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

I - A saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II - As atividades sociais e econômicas;

III - A biota;

IV - As condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V - A qualidade dos recursos ambientais (Brasil, 1986, p.1).

O Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração traz uma lista de interferências de um provável cenário compreendendo a ruptura da Barragem do Pontal. As principais intervenções em Itabira/MG e nas proximidades de até 50 km do município são elencadas abaixo:

- Edificações nos bairros Praia e Gabiroba, localizadas a montante da confluência do córrego do Periquito com o ribeirão do Peixe;
- Rodovia Federal BR-120 interceptada em vários pontos, a partir do trecho inicial até aproximadamente 35 km a jusante dos diques;
- Rodovia Federal BR-381, interceptada aproximadamente a 35 km a jusante, tangenciada e interceptada entre 85 e 115 km a jusante, seguinte tangenciada entre 107 e 118 km a jusante dos diques;
- Rodovia Federal BR-458 interceptada a jusante, cerca de 135 km a jusante da Barragem Pontal;
- Estrada de Ferro Vitória a Minas (EFVM) interceptada em diversos pontos ao longo da extensão do trecho avaliado;

- Propriedades rurais dispersas entre 15 e 25 km a jusante da Barragem do Pontal;
- Comunidade Capoeirana, localizada a jusante, aproximadamente 27 km a jusante da Barragem Pontal;
- Mancha Urbana do município de Nova Era, entre 30e 40km a jusante Barragem Pontal, em área de remanso do rio Piracicaba, apresentando residências, comércios, igrejas, indústrias, escolas, unidades de saúde e serviços públicos;
- Áreas urbanas entre 30 e 35 km a jusante da Barragem Pontal, onde verifica-se a Estação Ferroviária Desembargador Drummond, a cerca de 35 km a jusante da Barragem Pontal.

Essas interferências podem chegar até 175 km a jusante da barragem no município de Naque em Minas Gerais.

Os impactos ambientais consequentes de empreendimentos de mineração podem ser classificados segundo Sanchez (2013) em meio físico, meio biótico e meio antrópico. No meio físico podem ocorrer a modificação da qualidade das águas superficiais e subterrâneas, do regime de escoamento das águas subterrâneas, da qualidade do ar, da qualidade do solo e das condições climáticas locais.

O primeiro corpo hídrico a ser atingido nesta possível situação, seria o rio do Peixe, localizado a jusante da barragem. O carreamento dos rejeitos da barragem no rio não influenciaria no abastecimento do município, pois não atingiria os mananciais de captação. Porém, arrastaria toda a lama proveniente da barragem pelo curso do rio, que ainda passa pelo município de Nova Era, e desagua no rio Piracicaba, afluente do rio Doce. Podendo comprometer municípios inseridos nessa bacia, que fazem a captação de água para abastecimento destes corpos hídricos. Além do aumento da turbidez e diminuição do oxigênio dissolvido, os rejeitos provenientes de diferentes processos de beneficiamento das minas localizadas no Quadrilátero Ferrífero em Minas Gerais por exemplo, apresentam em sua composição mineralógica basicamente Fe e SiO<sub>2</sub>, e em menor proporção Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Ribeiro, 2004), que seriam arrastados juntos a lama pelos rios.

Em relação ao meio biótico podem suceder alterações ou danos de habits terrestres e aquáticos, diminuição da produção primária, redução da disponibilidade de nutrientes e da produção dos ecossistemas, deslocamento da fauna, prejuízo de espécies de fauna, concepção de novos ambientes e proliferação de vetores (Sanchez, 2013).



Sobre o meio antrópico, o mesmo autor cita o impacto visual, desconforto ambiental, riscos à saúde humana, transferência de atividades econômicas, aumento da atividade comercial, acréscimo local dos preços, multiplicação da população, sobrecarga da infraestrutura de serviços, expansão da infraestrutura local e regional, dano ao patrimônio cultural, perda de referências espaciais a memória e a cultura popular, limitação da diversidade cultural, alteração dos modos de vidas tradicionais, alteração das relações socioculturais, restrição das opções de uso do solo, aumento da arrecadação tributária e qualificação profissional de mão de obra local.

#### **4. Considerações Finais**

Este trabalho foi direcionado para apresentar mapas de inundação e os impactos de um possível rompimento de uma barragem de rejeitos de minério de ferro localizada em Itabira/MG, cidade onde a principal atividade econômica se concentra na atividade minerária.

Os mapas e o plano de ação de emergências para barragens de mineração mostraram que se houver uma ruptura, a lama de rejeitos atingirá uma grande área de pastagem no município de Itabira/MG e também algumas regiões dos bairros Gabiroba e Praia, além de percorrer até 175 km da cidade atingindo a cidade de Naque/MG.

Além disso, os impactos recorrentes sobre o meio ambiente são muitos, atingindo um rio de grande influência no município, o rio do Peixe, causando inundações, alterações na qualidade da água, com a inserção de elementos provenientes dos sedimentos e rejeitos do beneficiamento do minério. O assoreamento dos cursos d'água a jusante da barragem com deposição de sedimentos no leito do rio a jusante e em alguns trechos, possível alteração da calha principal dos rios. Ademais, diversos impactos relacionados a flora e fauna, e a qualidade de vida e a saúde dos moradores que vivem nas áreas das cidades atingidas.

Segundo o Controle e Gestão de Barragens da empresa Vale S/A, em outubro de 2019, foi implantado o Centro de Monitoramento Geotécnico – CMG, no município de Itabira. Para caso de emergência com barragens, todas as ações contidas no Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração (PAEBM) deverão ser postas em prática prontamente, com a finalidade de minimizar perdas de vidas, impactos sociais, econômicos e ambientais (Vale, 2019).

Ainda, uma das principais ações para reduzir o nível de risco é a descaracterização das estruturas a montante, ou seja, o encerramento definitivo do uso da barragem, dessa forma, a estrutura não possuirá mais característica de barragem e será totalmente reincorporada ao

relevo e ao meio ambiente. A Vale está conduzindo a descaracterização de todas as suas estruturas a montante e as estruturas descaracterizadas serão reintegradas ao ambiente que estão inseridas, buscando garantir desempenho ambiental compatível com o território em que estão localizadas (Vale, 2019).

Espera-se com esta pesquisa que os atores envolvidos nesta área de atuação da mineração, possam estar atentos a estes impactos e consigam prezar pelo bem-estar e segurança das populações que vivem em torno de barragens de mineração e também possam devolver estudos que melhorem ou apresentem alternativas que visam a geração de menos efeitos para a sociedade e para o meio ambiente.

Sugere-se para trabalhos futuros, que seja verificado junto à empresa, como ela se prepara para evitar um possível rompimento da barragem, e em caso de emergência, quais os procedimentos para se colocar em prática as ações do PAEBM. Ainda, acompanhar o processo de descaracterização da referida barragem, e como será realizada essa reintegração do local ao meio ambiente.

### **Agradecimentos**

As autoras agradecem à Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) – Campus Itabira, à Agência Nacional de Recursos Hídricos – ANA, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação dos Recursos Hídricos - ProfÁgua, projeto CAPES/ANA AUXPE nº 2717/2015.

Agradecimentos também à Defesa Civil Municipal da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Itabira, pela disponibilização dos dados e das informações utilizadas no trabalho.

### **Referências**

BBC News Brasil. (2019). *Mineração: cidade onde Vale nasceu vive cercada por 33 vezes o volume de rejeitos de barragem que se rompeu em Brumadinho*. Rafael Barifouse no Website da BBC NEWS Brasil. Recuperado de <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-47220855>.

Brasil. (1986). Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). (1986). *Resolução Conama nº 1, de 23 de janeiro de 1986*. Dispõe sobre os critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Diário Oficial [da]

República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 17 fev. 1986. (1)2548-2549.

Brasil.(2005). Minas Gerais. *Deliberação Normativa COPAM nº 87, de 17 de junho de 2005*. Dispõe sobre critérios de classificação de barragens de contenção de rejeitos, de resíduos e de reservatório de água em empreendimentos industriais e de mineração no Estado de Minas Gerais. Recuperado de <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8251>.

Brasil. (2010). Departamento Nacional de Produção Mineral. DNPM. *Portaria Nº 416, de 03 de setembro de 2012*. Cria o Cadastro Nacional de Barragens de Mineração e dispõe sobre o Plano de Segurança, Revisão Periódica de Segurança e Inspeções Regulares e Especiais de Segurança das Barragens de Mineração conforme a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que dispõe sobre a Política Nacional de Segurança de Barragens. Recuperado de [https://sistemas.anm.gov.br/publicacao/mostra\\_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=7230](https://sistemas.anm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=7230).

Brasil. (2017). Departamento Nacional de Produção Mineral. DNPM. *Portaria nº 70.389 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. Diário Oficial da União. Publicado em: 19/05/2017. Edição: 95. (1)68.

Carvalho, G. B. (2018). Incidências de impactos decorrentes de acidentes com barragens de rejeito. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Núcleo de Geotecnia. Programa de Pós-Graduação em Geotecnia. XVII. Recuperado de [https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/10689/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O\\_Incid%C3%AanciaImpactosDecorrentes.pdf](https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/10689/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Incid%C3%AanciaImpactosDecorrentes.pdf).

FEAM. Fundação Estadual de Meio Ambiente. (2018). Inventário de Barragem do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte. Recuperado de <http://www.feam.br/gestao-de-barragens/inventario-de-barragens>.

Fernandes, K. N.(2017). Qualidade das águas nos Rios Gualaxo do Norte, Gualaxo do Sul e

do Carmo - Afluentes do Alto Rio Doce.( Dissertação de Mestrado). Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação. PROAMB. Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental. Área de Concentração: Recursos Hídricos. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, MG. Recuperado de <http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/7400>.

Ferrante, F. (2014). Estudo de viabilidade para recuperação de minério de ferro em rejeitos contidos em barragens.(Dissertação de Mestrado). Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto. Departamento de Engenharia de Minas. Programa de Pós-graduação em Engenharia Mineral. Área de Concentração: Lavra de Mina. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto. Recuperado de <http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/4519>.

Ferreira, D. B. (2018). Liquefação de Rejeitos de Minério de Ferro – Estudo de Caso: Sistema Pontal em Itabira/MG. (Dissertação de Mestrado). Escola de Minas. Núcleo de Geotecnia. Programa de Pós-Graduação em Geotecnia. Área de concentração: Engenharia Geotécnica. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, MG. Recuperado de <http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/10173>.

Gil, A. C. (2008). Método e técnicas de pesquisa social. (6a ed). São Paulo: Atlas.

IGAM. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. (2019). Portal dos Comitês. Recuperado de <http://comites.igam.mg.gov.br/>.

Instituto Minere.(2016). *O que é um Plano de Ação de Emergência para Barragens - PAEBM?*. Luiz Paniago no Website do Instituto Minere. Recuperado de <https://institutominere.com.br/blog/o-que-e-um-plano-de-acao-de-emergencia-para-barragens>.

Pereira, A. S., et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Recuperado de [https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic\\_Computacao\\_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1).

PAEMB. Plano de Ação de Emergência para Barragens de Mineração - Complexo Itabira-Água Limpa – Mina Cauê. (2018). Empresa Tetra Tech, 83.

Ribeiro, A.(2004). Avaliação do regime de fluxo e da poropressão de uma barragem alteada

para montante. (Dissertação de Mestrado). Escola de Minas. Núcleo de Geotecnia. Programa de Pós-Graduação em Geotecnia. Área de Concentração: Engenharia Geotécnica. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, MG. Recuperado de [https://www.nugeo.ufop.br/uploads/nugeo\\_2014/teses/arquivos/arturribeiro-02-10-2017-11-15-23am.pdf](https://www.nugeo.ufop.br/uploads/nugeo_2014/teses/arquivos/arturribeiro-02-10-2017-11-15-23am.pdf).

Sanchez, L. E.(2013) Avaliação de Impacto Ambiental – conceitos e métodos. São Paulo, SP: Oficina de Textos, (2a ed).

Vale. (2019). *Controle e Gestão de Barragens*. Recuperado de <http://www.vale.com/esg/pt/Paginas/ControleGestaoBarragens.aspx>.

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

Eliny Rodrigues Fonseca – 40%

Grazielle Cristina Assis Carneiro – 40%

Eliane Maria Vieira – 20%