

IMPACTOS RELACIONADOS AO ROMPIMENTO DE BARRAGENS DE REJEITOS GERADOS A PARTIR DO BENEFICIAMENTO DO MINÉRIO

IMPACTS RELATED TO THE BREAKDOWN OF TAILINGS DAMS, GENERATED FROM ORE PROCESSING

Thainara Ramos Da Silva ¹
Ana Paula Guimarães De Souza ²

Resumo: O presente trabalho aborda os efeitos relacionados ao rompimento de barragens de rejeitos gerados a partir do beneficiamento do minério. A atividade de mineração é de grande importância para o desenvolvimento econômico do Brasil, porém, muitas vezes negligencia-se os negativos que ela impõe à população local. A escolha do método de disposição dos rejeitos é geralmente pautada por critérios econômicos, deixando de considerar aspectos de segurança e sustentabilidade. A ocorrência de desastres recentes tem levado à necessidade de aprimoramento das políticas de segurança das barragens, em resposta à preocupação socioambiental e à pressão da sociedade. Logo, o estudo tem como objetivo analisar os impactos relacionados ao rompimento da barragem do Fundão em Mariana e Córrego do Feijão em Brumadinho MG. A metodologia adotada foi uma revisão bibliográfica por meio de pesquisa descritiva com abordagem qualitativa. Foram explorados artigos e revistas relevantes a respeito dos desastres, destacando os principais impactos relacionados aos rompimentos. Os resultados dos estudos apontam que é fundamental que sejam seguidas medidas preventivas e mitigadoras, além de normas mais rígidas e fiscalização efetiva por parte dos órgãos reguladores.

Palavras-chave: mineração; barragem; Mariana; Brumadinho; impactos.

Abstract: The present work deals with the effects related to the rupture of tailings dams generated from the processing of ore. The mining activity is of great importance for the economic development of Brazil, however, the negative effects that it imposes on the local population are often neglected. The choice of the waste disposal method is generally guided by economic criteria, failing to consider aspects of safety and sustainability. The occurrence of recent disasters has led to the need of improving dam safety policies, in response to socio-environmental concerns and pressure from society. Therefore, the study aims to analyze the impacts related to the rupture of the Fundão dam in Mariana and the Feijão stream in Brumadinho MG. The methodology adopted was a bibliographic review through descriptive research with a qualitative approach. Relevant articles and magazines about the disasters were searched, highlighting the impacts related to the ruptures. The results of the studies indicate that it is essential that preventive and mitigating measures are followed, in addition to stricter standards and effective inspection by regulatory bodies.

Keywords: mining; dam; Mariana; Brumadinho; impacts.

¹ Graduanda do curso Engenharia Química, da Faculdade Ciências da Vida, campus Sete Lagoas.
th-ramoss@hotmail.com

² Doutora em Química; Professora do curso Engenharia Química, da Faculdade Ciências da Vida.
analu.bhz@terra.com.br

1 INTRODUÇÃO

A mineração constitui uma atividade indispensável ao processo de desenvolvimento, auxiliando na melhoria da qualidade de vida das populações que as rodeiam, tendo em vista a importância de vários minerais para as atividades atuais, que segundo Ferreira (2013), pode ser constatado através de diversos objetos, equipamentos e veículos que são amplamente empregados na sociedade atual.

A extração mineral é uma atividade de grande relevância para o território brasileiro, abrangendo vastas áreas do país. Contudo, é importante reconhecer que, apesar dos benefícios econômicos associados à mineração, essa atividade também acarreta uma série de impactos ambientais significativos. Um dos aspectos que merecem atenção especial é a questão das barragens de rejeitos, que são geradas como resultado direto do beneficiamento do minério de ferro e podem representar desafios tanto em termos ambientais quanto em segurança.

As barragens de rejeitos são estruturas projetadas para armazenar os resíduos sólidos resultantes do processo de extração e beneficiamento de minerais. No entanto, a gestão inadequada dessas barragens pode levar a consequências desastrosas. Um exemplo alarmante é o rompimento da barragem de rejeitos em Mariana, Minas Gerais, em 2015, que resultou em uma das maiores tragédias ambientais do país. Esse desastre evidenciou a necessidade urgente de aprimorar as práticas de gerenciamento de barragens de rejeitos e reforçar a fiscalização e monitoramento dessas estruturas.

A segurança das barragens de rejeitos é uma preocupação primordial, pois sua falha pode resultar em graves consequências socioambientais. A negligência na manutenção e no monitoramento dessas estruturas pode levar a vazamentos de rejeitos tóxicos e milhões de m³ de lama.

Com o aumento da conscientização sobre os impactos negativos e os riscos associados à exploração mineral, tornou-se incontestável que essas questões sejam amplamente conhecidas e estudadas. A fim de minimizar os danos causados por essa atividade, é fundamental adotar medidas que garantam uma mineração mais responsável e sustentável.

Com base nos acidentes ocorridos no passado, fica evidente a necessidade de um melhor entendimento dos impactos ambientais e dos riscos envolvidos na exploração mineral. É necessário realizar estudos aprofundados para avaliar os efeitos da mineração no meio ambiente e da saúde das comunidades próximas às áreas de extração mineral.

Dados os fatos apresentados, este artigo tem como questão norteadora a seguinte pergunta: Quais os impactos podem ser gerados pelo rompimento das barragens de rejeitos, que se formam a partir do beneficiamento do minério?

Tendo em vista os impactos causados pelo rompimento de barragens de rejeitos, e levando em consideração que muitas empresas não seguem os critérios de segurança, e assim evitando a ocorrência de acidentes e imprevisto, a hipótese levantada nessa pesquisa é que: A escolha pelo método de disposição de rejeitos gerados pelo beneficiamento do minério, pode causar impactos socioambientais tal como a degradação da qualidade da água, o assoreamento dos cursos d'água, a alteração da vazão dos rios e a degradação da paisagem, no meio biológico pode se observar a destruição das áreas de reprodução dos peixes, destruição da área coberta por vegetação nativa e perda da biodiversidade, além da falta de disponibilidade de água para a população afetada e perda de vidas humanas.

O presente projeto de pesquisa tem como justificativa, os impactos relacionados ao rompimento de barragens de rejeitos e a extrema importância da escolha do método utilizado para disposição de rejeitos do processo de beneficiamento do minério.

A necessidade de reflexão sobre a prática adotada pelo setor minerário industrial na gestão das barragens de contenção de rejeitos, foi o ponto pé inicial para o desenvolvimento desse trabalho. Do ponto de vista acadêmico esse trabalho visa elencar os principais impactos ambientais, sociais e econômicos gerados pelo rompimento das barragens de Fundão e Córrego do Feijão, visando o desenvolvimento de ações e melhorias em estudos sobre o assunto, gerando melhorias na qualidade de vida da população do entorno.

Este estudo tem objetivo geral, analisar os impactos relacionados ao rompimento da barragem do Fundão em Mariana e Córrego do Feijão em Brumadinho MG, das empresas BHP Billiton Brasil Ltda. e Vale S.A., responsáveis pela Samarco.

Para alcançar o objetivo geral, os objetivos específicos são: apresentar os principais conceitos que envolvem o assunto e identificar os impactos ambientais e sociais relacionados ao rompimento das barragens de Mariana e Brumadinho além de apontar os principais impactos econômicos.

A pesquisa é classificada como descritiva e adota uma abordagem qualitativa. O procedimento utilizado foi uma revisão bibliográfica, com a análise de artigos relevantes sobre

o tema em fontes confiáveis. Este artigo tem como estrutura, introdução, referencial teórico, metodologia, resultados e discussão, considerações finais e referências.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 MINERAÇÃO

A mineração desempenhou historicamente um papel considerável no desenvolvimento do país, sendo reconhecida em níveis governamentais - federal, estadual e municipal - como uma atividade econômica que impulsiona a geração de empregos e promove o crescimento regional (SOARES; PASSOS, 2021). Todavia, é importante ressaltar que o desenvolvimento resultante da mineração é frequentemente avaliado apenas sob uma perspectiva econômica, deixando de considerar a realidade daqueles que são afetados negativamente por essa atividade.

Infelizmente, os impactos negativos causados pela mineração muitas vezes não são devidamente considerados quando se trata das comunidades envolvidas. Os infortúnios resultantes dessas operações não são levados em conta ao impor-se à população local. Questões como a saúde dos moradores, o deslocamento forçado de comunidades tradicionais, a perda de meios de sobrevivência e a degradação ambiental são frequentemente negligenciadas ou minimizadas.

É essencial que a análise dos efeitos da mineração vá além do aspecto econômico e inclua uma abordagem mais ampla, considerando os impactos sociais, ambientais e culturais sobre as comunidades afetadas. É indispensável um maior investimento em estudos de impacto ambiental e social, além de mecanismos efetivos de consulta e participação das comunidades.

Por muitos anos, a exposição das pessoas aos riscos de desastres provocados pela atividade da mineração, principalmente ao que se refere aos desastres ocasionados pela ruptura das barragens de contenção de rejeitos, tem aumentado em Minas Gerais, numa prática mais rápida que a capacidade de redução de vulnerabilidade da atividade e de intervenção do poder público (LIMA; CARVALHO, 2020), o que resulta em grandes desastres e impactos nos sistemas biológicos e na vida das pessoas que vivem nas comunidades afetadas.

2.2 BARRAGENS DE CONTENÇÃO

As barragens de contenção desempenham um papel crucial na indústria da mineração. Segundo a Vale (2018), essas estruturas são projetadas como reservatórios para a disposição dos resíduos e água provenientes do processo de beneficiamento do minério. As barragens são construídas utilizando um barramento maciço composto pela compactação do solo, que é cuidadosamente projetado com mecanismos de impermeabilização e drenagem.

Uma das vantagens das barragens de contenção é que elas são consideradas economicamente viáveis. Isso se deve ao fato de que essas estruturas podem ser construídas em um tempo relativamente curto e têm a capacidade de utilizar o próprio material de rejeito gerado para sua construção, conforme destacado por Barcelos, Large e Cordeiro (2020). Essa abordagem otimiza o uso dos recursos disponíveis, reduzindo custos e aproveitando os materiais já presentes no processo de mineração.

O Inventário de Barragens publicado pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) destaca que as barragens são o método mais utilizado para a disposição de rejeitos na indústria da mineração. Essas estruturas desempenham um papel fundamental na gestão dos resíduos gerados por essa atividade. Especificamente em Minas Gerais, um importante estado brasileiro com uma significativa atividade mineradora, o Banco de Declarações Ambientais (BDA) registra um total de 698 estruturas cadastradas. É importante observar que 62,3% do total de barragens registradas no BDA, são de barragens de contenção de rejeitos da mineração, conforme relatado pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) em 2017.

2.3 OS DESASTRES

Em 5 de novembro de 2015, o Brasil testemunhou uma das maiores catástrofes ambientais e sociais causadas pelo rompimento de uma barragem. O trágico acidente ocorreu na barragem do Fundão, localizada em Mariana, Minas Gerais, e era operada pela empresa Samarco, uma empresa VALE S.A. & BHP BILITON. Esse evento desastroso deixou sinais de destruição na região e alertou para os impactos significativos associados à atividade mineradora.

Pouco tempo depois, em 25 de janeiro de 2019, o Brasil enfrentou outra tragédia devastadora quando ocorreu o rompimento de outra barragem, com consequências ainda mais severas. Dessa vez, foi a barragem do Córrego do Feijão, localizada na cidade de Brumadinho, também em Minas Gerais, sendo de responsabilidade da empresa VALE S.A. Esse novo desastre ampliou consideravelmente o impacto social, deixando uma cicatriz profunda nas vidas das pessoas afetadas e na paisagem local.

Os rompimentos das barragens em Mariana e Brumadinho resultaram em alterações significativas não apenas no meio ambiente, mas também nos aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos das áreas afetadas (OLIVEIRA, 2019).

Os rompimentos das barragens é uma preocupação devido ao alto potencial de danos que podem causar. Conforme mencionado por Carvalho (2021), esses eventos são extremamente impactantes. Diante desse cenário, é essencial que sejam adotadas medidas para avaliar o risco e o potencial de danos das barragens de contenção de rejeitos.

Uma das instituições responsáveis por essa avaliação é a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), que emite anualmente inventários das barragens. Esses inventários fornecem informações valiosas sobre as condições das barragens existentes, permitindo uma percepção mais precisa dos possíveis riscos envolvidos. Além disso, a Agência Nacional de Mineração (ANM) também desempenha um papel fundamental na classificação das barragens, utilizando diretrizes estabelecidas, como a Deliberação Normativa do Conselho Estadual de Política Ambiental (DN COPAM) nº 87/2005 (COPAM, 2005) e a Portaria do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) nº 70.389/2017 (DNPM, 2017), que estabelecem procedimentos para auditoria de segurança nas estruturas das barragens.

2.4 IMPACTOS AMBIENTAIS E SOCIAIS

O rompimento da barragem do Fundão em Mariana em 5 de dezembro de 2015, representou o maior desastre ambiental do Brasil e o maior do mundo com barragens de rejeito. Entre os impactos, pode-se citar a contaminação dos rios Gualaxo do Norte, do Carmo e Doce, chegando ao Espírito Santo e atingido o Oceano Atlântico, 19 mortes, desalojamento de populações, interrupção de serviços como água e energia elétrica, e contaminação da fauna e da flora (FEAM, 2016).

A lama atingiu o Rio Doce, o que causou alterações na qualidade da água, como turbidez, sólidos em suspensão e alto teor de ferro (IBAMA, 2015). Houve devido a densidade da lama mortalidade de animais terrestres e aquáticos, por asfixia.

A devastação causada pela lama ao longo do seu percurso causou diversos impactos socioambientais (IBAMA, 2015):

isolamento de áreas habitadas; desalojamento de comunidades pela destruição de moradias e estruturas urbanas; fragmentação de habitats; destruição de áreas de preservação permanente e vegetação nativa; mortalidade de animais domésticos, silvestres e de produção; restrições à pesca; dizimação de fauna aquática silvestre em período de defeso; dificuldade de geração de energia elétrica pelas usinas atingidas; alteração na qualidade e quantidade de água; e sensação de perigo e desamparo da população em diversos níveis (IBAMA, 2015).

O desastre de Brumadinho não deve ser compreendido como uma eventualidade, mas como parte dos custos sociais e ambientais (LIMA; CARVALHO, 2020).

Segundo o MPMG (2020), desde 2017, a barragem do Córrego do Feijão, sob responsabilidade da VALE S.A e supervisão técnica da TÜV SÜD, apresentava situação de riscos geotécnicos inaceitáveis com Fator de Segurança abaixo do mínimo tolerável e Probabilidade de Falha acima do máximo aceitável, a partir daí surgiram outras anomalias, o que reforça que o risco era conhecido e não controlado, informações ocultadas pela mineradora.

Em consequência, na tarde do dia 25 de janeiro de 2019, morreram 258 trabalhadores, sendo 127 empregados, 3 estagiários da VALE S.A, 118 empregados terceirizados de 32 empresas que prestavam serviço para VALE S.A e 10 outros trabalhadores fora da mina, 9 da Pousada Nova Estância. Ainda 12 hóspedes da pousada, seis moradores do Córrego do Feijão e 1 candidato a emprego na VALE S.A. Das 270 vítimas fatais 2 estavam grávidas, totalizando 272 vidas perdidas. 105 crianças ficaram órfãs e centenas de famílias foram destruídas e milhares de animais mortos ao longo do Rio Paraopeba (ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DE MINAS GERAIS, 2021).

2.5 IMPACTOS ECONÔMICOS

Os impactos na economia são, muitas vezes, difíceis de serem contabilizados e medidos em casos como esses, mas, acidentes de proporções do caso de Mariana e Brumadinho, facilitam essa análise. Inicialmente, tivemos impactos relacionados ao mercado de minério de

ferro. Alguns bancos e consultorias de investimento divulgaram estimativas prevendo que o acidente poderia afetar o preço do minério no mercado internacional, o que se confirmou com o aumento do produto em meados de 2016 e depois novamente em 2019 (GONZALES, *et al.*, 2019).

Outro impacto gerado foi em relação a arrecadação dos royalties para as cidades atingidas e as circunvizinhas, uma vez que com o rompimento das barragens os trabalhos de mineração foram paralisados. A economia pesqueira também foi atingida, uma vez que com a contaminação dos rios Doce e Paraopeba, populações que dependiam desses recursos para tirarem o sustento para suas famílias e para si.

3 METODOLOGIA

Este artigo é uma pesquisa bibliográfica, e é categorizada como descritiva, uma vez que descreveu os impactos por meio da análise documental, adotando uma abordagem qualitativa. A pesquisa teve como foco o rompimento da barragem do Fundão em Mariana e a barragem do Córrego do Feijão em Brumadinho MG.

Os resultados da pesquisa, que é qualitativa, foram obtidos a partir da análise de artigos publicados entre 2015 e 2021, utilizados como embasamento teórico. A pesquisa bibliográfica foi realizada através de plataformas e sites confiáveis como, Google acadêmico, Scielo, Brazilian Journal of Development, e sites oficiais do governo.

Ao utilizar as fontes citadas, foi possível embasar a pesquisa com informações atualizadas e de relevância para o tema. A abordagem qualitativa permitiu uma análise aprofundada dos impactos dos rompimentos das barragens, considerando aspectos socioeconômicos, ambientais e humanos.

A escolha dessas fontes e o período de publicação dos artigos foram estabelecidos com base no tema da pesquisa e na disponibilidade de estudos recentes sobre os eventos em questão. Dessa forma, a pesquisa buscou utilizar as melhores fontes disponíveis para embasar sua análise qualitativa dos impactos dos colapsos das barragens.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Soares e Passos, (2021), a mineração tem sido vista como uma atividade econômica crucial para o desenvolvimento do país. A extração de minerais como ferro, alumínio, ouro e outros recursos naturais tem desempenhado um papel importante na expansão econômica do país ao longo das décadas.

No entanto, apesar dos benefícios econômicos trazidos por essa prática Lima e Carvalho (2020), nos lembra que essas atividades trazem com sigo efeitos negativos. Os mesmos apresentam efeitos negativos que essa pratica traz como exemplo disso, a exposição das pessoas aos riscos de desastres provocados pela atividade da mineração, principalmente ao que se refere aos desastres ocasionados pela ruptura das barragens de contenção de rejeitos, tem aumentado em Minas Gerais, numa prática mais rápida que a capacidade de redução de vulnerabilidade da atividade e de intervenção do poder público.

Segundo Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEMA, 2017) o método de disposição de rejeitos mais utilizado são as barragens. As barragens na mineração têm se tornado alvo de críticas e preocupação ambiental, pois a mesma tem grande risco de rompimento. A Vale (2018), define barragens de contenção como estruturas utilizadas como reservatórios, empregues para dispor os resíduos e a água, geradas do processo de beneficiamento do minério. Formadas a partir de um barramento maciço, as barragens são feitas da compactação do solo, que por sua vez possui mecanismos de impermeabilização e drenagem.

A utilização de barragens no meio pode ser vista como mais viável pela mineração pois, segundo Barcelos, Large e Cordeiro (2020), as barragens são construídas em menor tempo e sendo capaz de utilizar para isso, o próprio material do rejeito a ser disposto. As mesmas permitem uma melhor logística de armazenamento e transporte de rejeito, pois armazenam tudo em um mesmo lugar. Elas podem ser construídas em locais estratégicos facilitando assim a diminuição de custos com transporte e acomodação dos rejeitos, que segundo o Banco de Declarações Ambientais (BDA), totalizam 698 estruturas em Minas Gerais (FEAM, 2017).

Considerado o maior desastre socioambiental do Brasil e o maior do mundo com barragens de rejeito, a barragem do Fundão em Mariana MG, teve seu rompimento em 05 de novembro de 2015, pouco tempo após, em 25 de janeiro de 2019, menos de 5 anos depois, outra barragem se rompeu, a barragem da Mina Córrego do Feijão, provando uma nova tragédia e

um impacto social muito maior (ROCHA, 2021), que segundo (OLIVEIRA, 2019), provocaram expressivas alterações no meio físico, biológico e socioeconômico.

O colapso da barragem do Fundão, ocasionou o extravasamento de 40 milhões de m³ de rejeitos de minério de ferro e sílica, e outros 16 milhões foram escorrendo com o tempo, conforme Ministério Público Federal (MPF). Com isso provocou a destruição das calhas e os cursos naturais do Córrego de Fundão e Córrego de Santarém e soterrou a maioria do distrito de Bento Rodrigues localizada a 6 Km da barragem, ainda segundo o Ministério Público Federal (MPF), várias famílias foram desalojadas e 19 pessoas morreram com o rompimento.

A (FEAM, 2020) Fundação Estadual do Meio Ambiente, retrata que os danos ao meio ambiente causado pelo rompimento da barragem do Fundão em Mariana, foram inevitáveis, a lama de rejeitos alcançou em poucos minutos, o distrito de Bento Rodrigues, devastando o distrito situado a 5 Km da barragem, e arrastada até o rio Gualaxo do Norte e desaguando no rio Carmo, em seguida atingindo o rio Doce, afetando assim o litoral do estado do Espírito Santo e chegando ao oceano atlântico. A devastação gerada pela lama causou diversos impactos socioambientais ao longo do seu percurso segundo dados do IBAMA (2015), alterações na qualidade da água, tais como, turbidez, sólidos em suspensão e alto teor de ferro, e a mortalidade de animais aquáticos e terrestre, por asfixia devido a densidade da lama.

Inativa desde 2015, a barragem da Mina Córrego do Feijão em Brumadinho MG, de acordo com Oliveira, Rohlfs & Garcia (2019), armazenava 12 milhões de m³ de lama de rejeitos do beneficiamento do minério de ferro e teve seu rompimento em 25 de janeiro de 2019. Seu rompimento acarretou, em sequência as barragens a jusante B-IV e B-IV-A, que deu resultado no carreamento da lama de rejeitos por toda calha do ribeirão Ferro-Carvão e do rio Paraopeba (FEAM,2021).

Conforme Lima Carvalho (2020), tal desastre não pode ser compreendido como uma eventualidade, mas como parte de custos sociais e ambientais. Desde 2017 a barragem do córrego do Feijão apresentava situações de riscos geotécnicos inadmissíveis e com o fator de segurança abaixo do mínimo tolerável e com probabilidade de falhas acima do máximo aceitável, segundo o MPMG (2020).

Segundo análise feita pelo Centro Nacional de Monitoramento e Informações Ambientais (Cenima) do Ibama, o rompimento da barragem destruiu em torno de 269,84 hectares e teve diversos impactos ao meio ambiente, tais como, alteração da disponibilidade e

qualidade da água, alteração na morfologia dos cursos das águas, e perda de vegetação nativa e solo natural, além da mortandade da fauna terrestre e aquática (FEAM, 2021).

O desastre da barragem da Mina Córrego do Feijão deixou 272 vítimas na tarde do dia 25 de janeiro de 2019, dessas 258 eram trabalhadores, sendo 127 empregados e 3 estagiários da empresa Vale S.A, 118 eram empregados de empresas terceirizadas e 10 trabalhadores fora da mina, 9 da Pousada Nova Estância, 5 hóspedes e seis moradores do Córrego do Feijão e um candidato a emprego na Vale S.A, 2 das vítimas estavam grávidas, totalizando 272 pessoas vidas perdidas de acordo com a Assembleia Legislativa de Minas Gerais (ALMG, 2021).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atividade de mineração desempenha um papel significativo no desenvolvimento econômico do Brasil, proporcionando empregos e progresso em diversas regiões. No entanto, é essencial reconhecer que o impacto negativo do colapso de barragens de rejeitos e as consequências do beneficiamento do minério, não pode ser negligenciado. Embora as escolhas de disposição dos rejeitos geralmente sejam guiadas por critérios de redução de custos para as mineradoras, é evidente que a longo prazo essas opções podem se mostrar insustentáveis e inseguras.

Os recentes desastres envolvendo barragens de rejeitos têm chamado a atenção da sociedade para a necessidade de políticas de segurança avançadas relacionadas à mineração. A preocupação socioambiental e a pressão da sociedade têm impulsionado a busca por alternativas mais seguras e responsáveis na gestão dos rejeitos minerários.

Este artigo visa conscientizar sobre a importância da responsabilidade socioambiental na gestão de barragens de rejeitos, além de contribuir com a discussão sobre os impactos negativos dos rompimentos dessas barragens. É esperado que, diante dos acontecimentos trágicos e seus impactos socioambientais, as políticas de segurança em relação às barragens de rejeitos sejam aprimoradas. É fundamental que as mineradoras adotem medidas preventivas e mitigadoras, implementando tecnologias mais avançadas, monitoramento contínuo e processos de gestão de riscos mais rigorosos.

Além disso, é necessário um maior envolvimento dos órgãos reguladores, que devem estabelecer normas mais rígidas e fiscalizar de forma mais efetiva o cumprimento dessas normas pelas empresas mineradoras. É essencial que haja transparência, responsabilidade e

prestação de contas por parte das empresas, visando garantir a segurança das comunidades preservadas e a preservação do meio ambiente.

Em suma, é imperativo que sejam realizadas mudanças significativas nas políticas e práticas relacionadas à gestão de barragens de rejeitos na mineração. Somente através de um compromisso real com a segurança, sustentabilidade e responsabilidade socioambiental é possível minimizar os efeitos negativos e garantir um futuro mais seguro para as comunidades protegidas pela mineração. Como sugestão para trabalhos futuros, pode se sugerir a realização de estudos que aprofundem as políticas de segurança das barragens de rejeitos considerando sua eficácia e propondo o uso de tecnologias mais avançadas para a supervisão, monitoramento contínuo e estratégias de redução de riscos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Relatório Quantitativo**. Brasil, ANM. 2019. Disponível em: <https://app.anm.gov.br/SIGBM/Publico/Estatistica>. Acesso em: 05 de novembro de 2022.

BRASIL. **Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA)**. Rompimento da barragem de Fundão. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/informes/rompimento-da-barragem-de-fundao#:~:text=Em%205%20de%20novembro%20de,de%20rejeitos%20no%20meio%20ambiente>. Acesso em: 05 de novembro de 2022.

BRASIL. **Imprensa Nacional**. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-n-13-de-8-de-agosto-de-2019-210037027>. Acesso em: 15 de outubro de 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Mineração. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/barragens>. Acesso em: 12 de novembro de 2022.

BRASIL, Ministério Público Federal (MPF). O DESASTRE: Caso Samarco. Disponível em: <https://www.mpf.mp.br/grandes-casos/caso-samarco/o-desastre>. Acesso em: 10 de novembro de 2022.

CARVALHO, Jessica Borges; CORTELETTI, Roseli Cristina. **Proposta metodológica para previsão de impactos decorrentes de acidentes com barragens de rejeito**. Eng. Sanita Ambiente | v.26 n.3 | maio/jun 2021 | 525-534. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/hLkrWwrpKLnFxSqKmTGP9hK/?lang=pt&format=pdf>, Acesso em: 15 de outubro de 2022.

FREITAS, C.M.; BARCELLOS, C.; ASMUS, C.I.R. F.; SILVA, M.A.; XAVIER, D.R. **Da Samarco em Mariana à Vale em Brumadinho: desastres em barragens de mineração e Saúde Coletiva.** Cad. Saúde Pública 2019; 35(5):e00052519. doi:10.1590/0102-311X00052519. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/csp/a/5p9ZRBrgkfrmtPBtSLcs9j/?format=pdf&lang=pt>. Ace

MINAS GERAIS. **Secretária de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.** Disponível em:
<http://www.meioambiente.mg.gov.br/component/content/article/13-informativo/2879-desastre-ambiental-em-mariana-e-recuperacao-da-bacia-do-riodoce#:~:text=O%20rompimento%20da%20Barragem%20de,ao%20meio%20ambiente%20foam%20inevit%C3%A1veis>. Acesso em: 10 de novembro de 2022. sso em: 12 de novembro de 2022.

MINAS GERAIS. Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Inventário de Barragem do Estado de Minas Gerais Ano 2016.** Belo Horizonte: FEAM, 2017. 47 p. Disponível em: <http://www.feam.br/gestao-de-barragens/inventario-de-barragens>. Acesso em 25 de outubro de 2022.

MINAS GERAIS. **Ministério Público do Estado de Minas Gerais (MPMG).** Disponível em:
https://www.mpmg.mp.br/data/files/71/E6/14/51/5D44A7109CEB34A7760849A8/Den_ncia%20VALE-TUV%20SUD%20-%20homic_dio%20e%20crime%20ambiental%20_site_.pdf. Acesso em: 25 de novembro de 2022.

QUADRA, Gabrielle; ROLANDO, Fabio; BARROS, Nathan; MALM, Olaf; LINO, Adan; AZEVEDO, Guilherme; THOMAZ, José; VIEIRA, Larissa Andrade; FONTES, Milene Praça; ALMEIDA, Rafael; MENDONÇA, Raquel; CARDOSO, Simone; GUIDA, Yago; CAMPOS, José Marcelo. **Efeitos citogenotóxicos de longo alcance dos rejeitos da mina do desastre da barragem de Fundão no Brasil.** Revista Quimiosfera, Volume 215, janeiro de 2019, páginas 753-757. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653518319659?via%3Dihub>. Acesso em: 10 de novembro de 2022.

OLIVEIRA, Julia de Azevedo. **Impactos socioambientais provocados pelo rompimento de barragens de contenção de rejeitos de mineração no estado de Minas Gerais.** Monografia (Bacharel em Gestão Ambiental). 61 p. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2019. Disponível em: <https://itr.ufrj.br/portal/impactos-socioambientais-provocados-pelo-rompimento-de-barragens-de-contencao-de-rejeitos-de-mineracao-no-estado-de-minas-gerais/#:~:text=Dentre%20os%20impactos%20sobre%20o,e%20a%20degrada%C3%A7%C3%A3o%20da%20paisagem>. Acesso em: 15 de novembro de 2022.

OLIVEIRA, W. D.; ROHLFS, D. B.; GARCIA, L. P. **O desastre de Brumadinho e a atuação da Vigilância em Saúde.** Brasília: Epidemiologia Serviço e Saúde, Epidemiol.

28(1):e20190425, 2019. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/ress/a/N4RSvgSvj3VznYQJvZzRxcM/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 de novembro de 2022.

ROCHA, Leonardo Cristian. **As tragédias de Mariana e Brumadinho**. Caderno de Geografia- v. 31, n. 1, 2021. Disponível em:

<http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/25541#:~:text=O%20preju%C3%ADzo%20foi%20grandiosamente%20imensur%C3%A1vel,e%20para%20o%20meio%20ambiente>. Acesso em: 15 de outubro 2022. **DOI:** <https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2021v31nesp1p184>.

SOARES, Lindolfo. **Barragem de Rejeitos**. Centro de Tecnologia Mineral. 2010. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/769/1/CCL00410010.pdf>. Acesso em: 15 de outubro de 2022.

SOARES, C. J. F; PASSOS, A. N. **BARRAGENS DE REJEITOS: RISCOS E IMPACTOS DA MINERAÇÃO NA POPULAÇÃO DO ENTORNO**. Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales, (Vol 1, Nº 7 julio-septiembre 2021, pp. 121-136). Disponível em: <https://www.eumed.net/es/revistas/contribuciones-ciencias-sociales/julio-septiembre-21/riscos->. Acesso em: 15 de outubro de 2022.