

CONSTRUÇÃO E DESATIVAÇÃO DE BARRAGENS: CASO BRUMADINHO

Fabiana I. T. Silva¹, Luciana A. S. Nunes²

Resumo: O rompimento da barragem de retenção de rejeitos de mineração em Brumadinho, construída pela mineradora Vale, que aconteceu no início do ano de 2019, gerou danos à comunidade e ao meio ambiente. De acordo com a empresa responsável pela construção, a mesma encontrava-se inativa e estava no processo de descaracterização. Processo esse que deu início após a tragédia causada em Mariana, porém foi levado de forma lenta, pois para as empresas essa técnica tem um alto custo. O presente trabalho apresenta as consequências recorrente ao rompimento, as circunstâncias do acidente e as ações que a mineradora foi submetida a se responsabilizar pelos danos apresentados as pessoas, após acordo com o ministério público de MG. Foram também visualizados demais acidentes que tiveram como método de construção pelo alteamento a montante, que é considerada a mais comum nos tipos de construção das barragens em questão, levando em conta a sua facilidade e o seu baixo custo. O presente artigo faz referência também, principalmente, ao processo de eliminação dessas barragens que utilizam a técnica tratada ao longo da composição textual.

Palavras-chave: brumadinho; rompimento; barragem.

1. INTRODUÇÃO

As barragens estão entre as obras mais antigas da engenharia no mundo, consequentemente fazem parte da história e evolução do Brasil. Com a evolução das diversas atividades econômicas desenvolvidas no Brasil, a exploração mineral, tomou forma a partir do século XVII, e está presente até a atualidade, juntamente à construção de grande número de barragens de rejeitos de mineração [1].

Contudo, apesar da grande proporção de uma longa tradição da engenharia brasileira de construção de barragens, os acidentes envolvendo este tipo de construção nos anos de 2015 e 2019, especificamente em Minas Gerais, marcaram essa história quando relacionado a segurança das barragens. O rompimento das barragens de rejeitos de mineração em Mariana e em Brumadinho, resultaram em centenas de mortes, desaparecimentos e desabrigados, ocasionando também extensos danos ambientais.

No dia 25 de janeiro do ano de 2019, ocorreu o rompimento da estrutura do Córrego do Feijão, em Brumadinho (MG), acarretando um dos maiores desastres ambientais, e deixando cerca de 250 pessoas mortas. Foram em média de 14 milhões de toneladas de rejeitos de minério de ferro junto a lama, que percorreram 8 quilômetros em poucos dias, poluindo assim, o rio Paraopeba que tem por volta de 500km de comprimento [2]. A causa do rompimento ficou desconhecida por um tempo, mas através de estudos e análises realizadas, notaram-se que o método de construção adotado influenciou ao rompimento da barragem por meio da liquefação.

Diante disso, tornou-se necessário adotar medidas quanto a construção para ter uma proporção de segurança mais eficaz, portanto, menos falha. Desse modo, foram sancionadas leis que determinam a desativação de todas as barragens construídas por alteamento a montante, dado ao risco que concedem à segurança das pessoas, do patrimônio e do meio ambiente.

O presente trabalho se trata de uma visão sobre o acidente, e as informações apresentadas trata-se de esclarecimentos sobre o rompimento da barragem. Foi constatada a importância da desativação das barragens de rejeitos construídas a montante, e exposto o motivo que levou a ocorrência do rompimento da barragem de Brumadinho.

2. DESENVOLVIMENTO

As barragens de mineração são de suma importância, pois tem como objetivo principal, conter o material que não foi aproveitado no processo de tratamento do minério. O rejeito do minério de ferro, é composto principalmente por areia e resíduos, e é depositado na barragem. A estrutura conta com um dique inicial, que funciona como uma barreira, na qual são depositados os rejeitos. As barragens localizadas nas minerações, são estruturas de contenção dos rejeitos, isso serve como forma de impedir a chegada desse material aos rios, evitando assim, danos ao meio ambiente.

2.1. Métodos construtivos de barragens de rejeito

Os métodos comuns para a construção de uma barragem de rejeitos são: a montante, a jusante e a de linha de centro. O mais utilizado dentre os métodos citados para a construção desse tipo de barragem é o de montante, pois tem um custo menor quando comparado com as demais, entretanto, é a menos segura. A seguir, serão analisadas cada tipo de construção separadamente.

Inicialmente, é realizada uma barreira produzida com terra, também conhecida como dique inicial. Feito isso, quando o material depositado chega próximo da capacidade máxima, é realizado o alteamento da barragem. O alteamento é o processo de aumento da altura da barragem e consequentemente do nível de água do reservatório. Quando há o depósito do rejeito, acontece a decantação do material apresentado, formando assim uma linha de praia.

Na Figura 1, podemos observar a ilustração do método a jusante. É construído um dique inicial, e de modo que a barragem vá sendo alimentada pelo rejeito, é construído o alteamento no sentido do fluxo de água, ou seja, sua estrutura é acrescida sobre ela mesma, de modo que se direcione na mesma direção da corrente dos resíduos, o que é benéfico para a estabilidade da estrutura. Nesse sentido, o método em questão é considerado o mais seguro, já que sua estrutura apresenta uma estabilidade melhor por ter o seu desenvolvimento em espécie de pirâmide, não adotando os degraus como os demais métodos. O motivo para não adotarem esta técnica é o alto custo e o impacto ambiental, já que é utilizado um espaço muito grande para a construção da barragem.



Figura 1 - Método a jusante [3].

Já o alteamento do método construtivo de linha de centro é alinhado ao eixo inicial, ou seja, os degraus da barragem são construídos exatamente um sobre o outro, como mostra a Figura 2. Trata-se basicamente de um sistema intermediário quando relacionado à custos e tem seu método semelhante ao de montante, no entanto, utiliza-se um dreno e os rejeitos são lançados a partir da crista do dique inicial. A estrutura desse tipo construtivo apresenta tanto os degraus quanto o caimento na parte exterior, tornando assim mais seguro que a de a montante, mas não mais segura do que a de a jusante.



Figura 2 - Método de linha de centro [3].

Por outro lado, no método de construção a montante (Figura 3), são construídos degraus com o próprio material de rejeito, ele é o mais simples, e consequentemente, o menos seguro. Sua construção se inicia com o dique inicial assim como as demais, na qual é utilizado como aterro compactado e enrocamento, geralmente. Quando o rejeito é depositado na barragem, forma-se uma praia de rejeito que será adensada e servirá como fundação, fornecendo assim o material compactado para os próximos alteamentos que deverão ser construídos quando a barragem atingir sua capacidade implementada. Portanto, este método tem como característica principal, a sua construção com o próprio material de rejeito que é depositado.



Figura 3 - Método a montante [3].

Ao decorrer dos anos, muitos acidentes já aconteceram envolvendo a barragem de rejeitos. Acidentes esses que são apresentados em todo o mundo. Na tabela 1 fizemos um recorte de alguns dos desastres presenciados pela humanidade.

LOCALIZAÇÃO	ROMPIMENTO	MINÉRIO	IMPACTOS
Mina Mount Polley, perto de Likely, Colúmbia Britânica, Canadá	2014, 4 de agosto	Cobre, ouro	Rejeitos poluíram o Lago Polley, passando pelo riacho Hazeltine e chegando ao Lago Quesnel.
Mina Córrego de Feijão, Brumadinho, MG	2019, 25 de janeiro	Ferro	A grande quantidade de lama liberada desencadeou impactos ambientais, sociais e econômico.
Mina Germano, Bento Rodrigues, distrito de Mariana, MG	2015, 5 de novembro	Ferro	A lama despejada inundou a cidade de Bento Rodrigues, atingindo 158 casas e deixando cerca de 17 morto e 2 desaparecidos. Poluição de rios. O prejuízo foi em torno de US\$ 6,7 bilhões.
Cidade de Mianyang, condado de Songpan, província de Sichuan, China	2011, 21 de julho	Manganês	Rejeitos danificaram estradas e casas residenciais, forçando 272 pessoas a deixarem o local.

Tabela 1: Recorte de desastres com rompimentos de barragens e seus impactos

Fonte: <https://www.wise-uranium.org/mdaf.html>

2.2. Construção da Barragem em Brumadinho: Típico Método de Ocorrências Negativas

O método utilizado para a construção da barragem de rejeitos localizada em Brumadinho, Minas Gerais, foi o de a montante, na qual o material depositado era composto por ferro, sílica e água. Esse tipo de construção que foi utilizada torna-se mais barata pelo motivo de utilizar uma menor quantidade de material e por ocupar uma área menor, portanto, desmata menos. Porém, o risco de acidentes/desastres acontecerem são maiores, tendo em vista que este método é muito mais sensível a qualquer vibração que venha a ocorrer. Na figura 4 mostramos uma representação alternativa para barragens que são construídas utilizando este conceito.

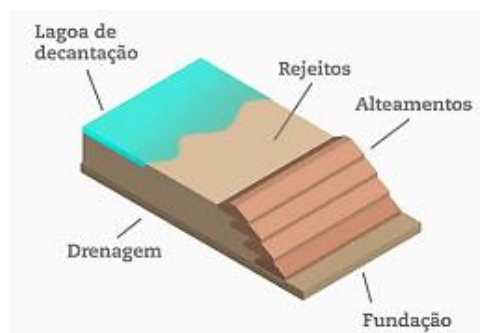


Figura 4 – Método a montante ilustrado pela empresa que construiu Brumadinho [5].

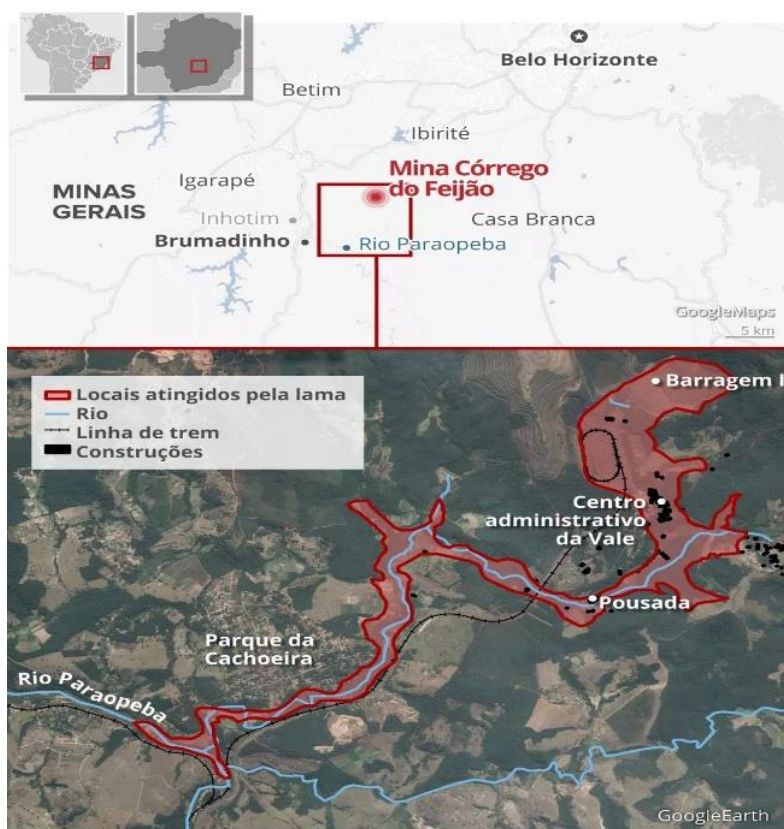
Conforme a Figura 4, inicialmente, podemos observar que na estrutura da barragem, existe uma base, ou fundação, que se trata de um tipo de aterro compactado para garantir uma estabilidade maior quando lhe aplicado uma carga. Em seguida, é construído um tipo de tapete drenante, que serve para o redirecionamento da água que é represada após a decantação do presente rejeito para dutos de saída, e assim não comprometer a própria estrutura da barragem. Realizado esse processo, é erguido o dique inicial, que se trata da primeira estrutura de contenção do rejeito, feita de aterro compactado de forma mais firme.

Quando a barragem apresenta um nível de capacidade máxima, é feito um alteamento, estrutura essa construída com o próprio material de rejeito, e é erguida de modo a montante, ou seja, para dentro da barragem e acima do próprio rejeito contido. Essa técnica é implementada toda vez que a barragem apresentar seu nível máximo de capacitação, e segue assim até sua vida útil. Apesar do gasto ser menor nesse tipo de construção, sua estrutura é a menos segura quando comparada as outras, pois, é apresentado uma instabilidade significativa, tendo em vista que os alteamentos são construídos acima do próprio rejeito e sem nenhuma ligação as demais estruturas, ou seja, trata-se de estruturas individuais. Consequentemente, tornam-se despreparadas para possíveis tremores e outras situações naturais que possam vir a ocorrer.

Especificamente em Brumadinho, podemos visualizar, através de imagens aéreas (Figura 5), qual foi o trajeto feito pela lama e ter noção do quão esta tragédia nos trouxe uma problemática de porte grande, com consequências irreversíveis, quando relacionado a perda dos familiares, moradia, qualidade de vida nas redondezas do rio, entre outros.

O caminho da lama

Após rompimento de barragem em Brumadinho, rejeitos encobriram a região e atingiram rio



Infográfico elaborado em: 25/01/2019

Figura 5 – Trajeto que a lama de rejeitos percorreu [6].

Percebe-se que o rompimento de barragens de rejeito de mineração causa alterações drásticas no meio ambiente, e com isso acarreta impactos bastante relevantes. O maior impacto do rompimento da barragem localizada em Brumadinho foi a perda de vidas humanas. Até janeiro deste ano, cerca de 272 mortes foram confirmadas, sendo seis dessas continuam desaparecidas, sem contar nos danos causados à natureza, que são presentes até hoje [7].

Em Brumadinho foram despejados cerca de 12 milhões de metros cúbicos de rejeitos da mineração do rio Paraopeba. As substâncias presentes na lama que foi descarregada, apresentam alto potencial de contaminação dos

meios físicos e biótico, devido a presença de minério fino e metais pesados [8]. A lama percorreu um número superior a 300km, afetando assim cerca de 18 municípios e atingido 944 mil pessoas. Dentre elas, várias vítimas fatais foram registradas, e algumas continuam desaparecidas e provocou um elevado número de mortes, em especial, por conta da localização das residências e postos de trabalho localizados nas proximidades da barragem [7].

2.3. Rompimento da Barragem: Causas e Implementação de Leis

Segundo o relatório emitido pelo Centro Internacional de Métodos Numéricos En Ingenieria (CIMNE), vinculado a Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), a ruptura da barragem se deu através do fenômeno de liquefação. Este fenômeno é associado ao processo de aumento da poropressão, em que a massa de solo passa a se comportar como líquido. Isso ocorre devido as vibrações no terreno ou sobrecarga estática, em solos saturados – onde todos os seus poros estão preenchidos de água. O relatório aponta que “a maioria dos rejeitos da barragem eram fofos, contrateis, saturados e mal drenados e, portanto, altamente suscetíveis à liquefação” [9]. O relatório aponta ainda que os rejeitos e os outros materiais presentes na barragem, apresentavam um comportamento frágil, pois o fluxo de água que existia no local, exerceu uma força maior que o peso de aderência das partículas, anulando-as, e fazendo com que elas ficassem soltas.

Outro motivo que acarretou o desastre foi a má fiscalização da barragem. Segundo o relatório realizado pela Agência Nacional de Mineração sobre a tragédia de Brumadinho concluiu que, a Vale, empresa mineradora responsável pela construção da barragem, tinha conhecimento sobre problemas estruturais meses atrás do rompimento, com isso concluiu-se que teve a omissão de informações direcionadas as autoridades que regulam o setor. Foi postergado informações de extrema importância pela mineradora, como por exemplo, a distorção de resultados de aparelhos que são responsáveis por medir a pressão da água na barragem. A agência afirma também que foi realizado uma vistoria pela própria empresa três dias antes do rompimento, e quase um mês depois, foram preenchidas as informações no sistema informando que as exigências mínimas para a segurança de uma barragem não foram atingidas [10].

De acordo com a Vale, “A recuperação do Rio Paraopeba e de sua diversidade é uma das premissas mais importantes do nosso trabalho”, com isso, a empresa toma medidas de curto, médio e longo prazo para haver o reparo desta problemática. Diante disso, foi estabelecido um acordo judicial de reparação:

O Governo de Minas, o Ministério Público de Minas Gerais (MPMG), o Ministério Público Federal (MPF) e a Defensoria Pública de Minas Gerais (DPMG) assinaram com a Vale S.A., em 4 de fevereiro de 2021, o Acordo Judicial de Reparação, sob mediação do Tribunal de Justiça de Minas Gerais (TJMG). O documento garantiu que a empresa fosse imediatamente responsabilizada pelos danos causados às regiões atingidas e à sociedade mineira pelo rompimento das barragens B-I, B-IV e B-IVA na Mina Córrego do Feijão, em Brumadinho, ocorrido em 25 de janeiro de 2019.

Este acordo visa a reparação dos danos causados pelo rompimento das barragens da Vale S.A em Brumadinho, que além de comprometer as áreas atingidas, causou cerca de 272 mortes e acarretou uma série de impactos sociais e econômicos. As medidas de reparação implementadas a empresa trata-se de uma das mais exigentes afirmadas pelo Poder Público, já que consta também com uma estimativa de 37,7 bilhões de reais a serem gastos. Dentro deste acordo, estão implementadas algumas obrigações que a empresa tende a cumprir, como: compensação de danos ambientais conhecidos; recuperação ambiental; projetos para a Bacia do Paraopeba; projetos para Brumadinho entre outros [11].

Segundo o pesquisador e geólogo Alex Bastos, as barragens construídas através do método a montante não são mais feitas no mundo. Já que há um tempo que foram condenadas. Porém, existe um empecilho muito grande, na qual relaciona-se a mão de obra e o alto custo, mas o correto teria sido realizar a desativação de todas as barragens com a característica em discursão [12]. Em 2019, recorrente aos desastres que vinham ocorrendo recentemente com barragens que tinham como método de construção o de alteamento a montante, em Minas Gerais, foi sancionada a lei estadual 23.291/2019, que estabelece medidas regulatórias com relação a segurança e proíbe a construção ou alteamento de barragens de mineração pelo método discutido, destaca também que as barragens já existentes que utilizam desse método, devem ser descaracterizadas dentro do prazo de 3 anos, ou seja, até o dia 25 de fevereiro de 2022. Em uma lista divulgada pela Agência Nacional de Mineração (ANM), das 717 barragens de rejeitos de mineração presentes no Brasil, cerca de 88 delas utilizam o método de construção a montante ou desconhecidas, e entre elas, pelo menos 43 são classificadas como barragens de alto dano potencial associado [13].

Das 446 barragens de rejeitos inseridas na PNSB (Política Nacional de Segurança de Barragens), 14% correspondem a construções realizadas pelo método de alteamento a montante, ou seja, 65 dessas estruturas precisam ser eliminadas, isso com dados obtidos no ano de 2021. No ano de 2019, o levantamento desse dado apresentava cerca de 73 das estruturas cadastradas, isto é, dentre os anos citados, 8 dessas estruturas já foram descaracterizadas [14]. Porém, a descaracterização de barragens não é um processo considerado simples, pois apesar de ser o ideal para o cenário em que estamos, há riscos. A eliminação de uma barragem construída a

montante, é de extrema complexibilidade e feito de uma maneira a longo prazo. Primeiramente é realizado todo um estudo por meio de pesquisas, planos e escopos bem definidos, para que o processo seja realizado com eficácia e segurança, já que a descaracterização de uma barragem influencia diretamente na estabilidade geotécnica dessas estruturas.

A Vale, empresa responsável pela construção da barragem do córrego do feijão, totaliza 110 barragens de rejeitos de minério de ferro no país. No qual, as construídas pelo método a montante, segundo a empresa, estão sendo eliminadas pelo processo de descaracterização. Processo esse que consiste na drenagem da barragem e plantio de vegetação em toda região que antes abrigava o rejeito oriundo do processo de exploração mineral, sem a retirada do rejeito, que passa a construir a paisagem. Antes de ser realizado o início do processo de eliminação da barragem, é executado diversos estudos para analisar qual a melhor e mais segura forma de realizar o processo. Uma das alternativas da empresa é a construção de uma parede de contenção, que se trata de uma barreira instalada logo após a barragem, pois caso ocorra alguma ruptura, essa contenção será capaz de aparar a onda de rejeitos, evitando assim que a lama se espalhe e percorra agredindo o meio ambiente e comunidades vizinhas. Concluído o processo de descaracterização da barragem, a estrutura de contenção é desfeita e toda área é vegetada novamente.



Figura 6 – Estrutura de parede de contenção no processo de descaracterização de barragem [15].

Apesar de ter sido sancionada a lei no Estado de Minas Gerais ainda em 2019, ano em que ocorreu o rompimento da barragem em Brumadinho e 4 anos após o de Mariana, o governo brasileiro se posicionou somente meses depois, sancionando a lei nº 14.066 que altera a Lei nº 12.334/2010. Entre os importantes artigos mencionados na lei, destaco alguns trechos:

Artigo 2º-A — Fica proibida a construção ou o alteamento de barragem de mineração pelo método a montante.
§1º. Entende-se por alteamento a montante a metodologia construtiva de barragem em que os diques de contenção se apoiam sobre o próprio rejeito ou sedimento previamente lançado e depositado.
§2º. O empreendedor deve concluir a descaracterização da barragem construída ou alteada pelo método a montante até 25 de fevereiro de 2022, considerada a solução técnica exigida pela entidade que regula e fiscaliza a atividade minerária e pela autoridade licenciadora do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama).
§3º. A entidade que regula e fiscaliza a atividade minerária pode prorrogar o prazo previsto no § 2º deste artigo em razão da inviabilidade técnica para a execução da descaracterização da barragem no período previsto, desde que a decisão, para cada estrutura, seja referendada pela autoridade licenciadora do Sisnama.

A maioria das empresas optam muitas vezes por abandonar as barragens que são encerradas as atividades de mineração, ou até mesmo quando vão a falência, sem realizar a descaracterização da barragem que pode no futuro oferecer riscos mesmo com sua inatividade. A falta de planejamento e fiscalização sobre a desativação das barragens de rejeitos no Brasil, patenteia o descaso quanto a esse assunto.

Com a decorrência desses acidentes, em estruturas construídas pelo método a montante, motivo suficiente para sua eliminação, foi substituída também a Resolução AMN nº 4/2019 pela Resolução ANM nº 13/2019, que além de proibir que o método construtivo seja aplicado, visa minimizar o risco de rompimento, especialmente por liquefação [14].

O Art. 8º do referido normativo, exige a descaracterização das barragens já existentes constituídas pelo método em questão e, além disso, estabelece prazos para elaboração e conclusão da eliminação. Os prazos impostos pela Resolução são as seguintes: barragens com o volume inferior a 12 milhões de metros cúbicos, o prazo é de até 15

de setembro de 2022; barragens com volume entre 12 milhões e 30 milhões de metros cúbicos, o prazo é de até 15 de setembro de 2025; e para barragens com o volume superior a 30 milhões de metros cúbicos, o prazo é de até 15 de setembro de 2027.

3. CONCLUSÕES

Com a conclusão deste trabalho, pode-se notar a necessidade que há de extinguir as barragens construídas através do método à montante, diante dos desastres sucessivos que vieram a ocorrer no Brasil, acarretando inúmeros danos ambientais, sociais e econômicos. Para isso, foi implementado a descaracterização dessas barragens, para assim evitar que tragédias desse tipo continuem acontecendo com a mesma proporção. A alternativa implementada pela empresa Vale, demonstra ser confiável e segura, mas o processo se torna lento, visto que o país apresenta um número grande de barragens que se encontram em estado de alerta. Segundo a ANM, as informações que foram omitidas apresentavam extrema importância, visto que pudesse haver a redução dos danos causados. Por isso, deve-se haver a terceirização de uma gestão de monitoramento e de fiscalização da completude das barragens, na qual o serviço prestado atenda as exigências da Agência Nacional de Mineração.

Neste trabalho foram apresentados dados e levantadas informações relacionadas aos impactos sociais, ambientais e econômicos ocasionados pelo rompimento da barragem da mina Córrego do Feijão. Podemos notar que felizmente, medidas estão sendo tomadas para que acidentes como estes não venham a acontecer com tanta frequência. Porém, é necessário que seja realizada a devida fiscalização nas demais barragens que apresentam riscos de rompimento, para que se caso for detectado de forma direta o problema, sejam tomadas as devidas precauções afim de reparar ou conter impactos maiores.

4. REFERÊNCIAS

- [1] GIGLOTTI, J.C.J.; FARIA, F.L.F.; JUNIOR, F.J.G.; Descaracterização de barragens de contenção de rejeitos de mineração: marcos regulatórios, técnico-normativos e procedimentos. Edição 49. Abr. 2022. Disponível em: <<https://revistas.unifoa.edu.br/cadernos/article/view/3911/2909>>
- [2] RODRIGUES, S., Retrospectiva: rompimento da barragem de Brumadinho foi a primeira grande tragédia ambiental do ano. 2019. Disponível em: <<https://oeco.org.br/noticias/rompimento-da-barragem-de-brumadinho-e-a-primeira-grande-tragedia-ambiental-do-ano/>>
- [3] CARDOZO, F.A.; Considerações a riscos geotécnicos em barragens de rejeito. P. 01-14, fev./jul. 2020. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/339346465_Consideracoes_a_riscos_geotecnicos_em_barragens_de_rejeito>
- [4] Chronology of major tailings dam failures. Nov. 2022. Disponível em: <<https://www.wise-uranium.org/mdaf.html>>
- [5] VALE S.A, BARRAGEM. Disponível em: <<https://vale.com/pt/barragem>>
- [6] G1, Globo notícias. Tragédia em Brumadinho: caminho da lama. Disponível em: <<https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2019/01/27/tragedia-em-brumadinho-o-caminho-da-lama.ghml>>
- [7] ANDES; População atingida por rompimento de barragem em Brumadinho. Jul., 2022. Disponível em: <<https://www.andes.org.br/conteudos/noticia/documentario-retrata-populacao-atingida-por-rompimento-de-barragem-em-brumadinho-mG1>>
- [8] PEREIRA L. F., CRUZ G. B., GUIMARÃES R. M. F.; Impactos do rompimento da barragem de rejeitos de Brumadinho, Brasil: uma análise baseada nas mudanças de cobertura da terra. 122 – 129, 2019. Disponível em: <<https://www.journals.ufrpe.br/index.php/JEAP/article/view/2373/482483023>>
- [9] CONJUR. Relatório aponta causa do rompimento de barragem Brumadinho. Out. 2021. Disponível em: <<https://www.conjur.com.br/2021-out-04/relatorio-aponta-causa-rompimento-barragem-brumadinho>>
- [10] G1, Jornal Nacional. Nov. 2019. Vale omitiu problemas na barragem de Brumadinho antes do rompimento, diz relatório da ANM. Disponível em: <<https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2019/11/05/vale-omitiu-problemas-na-barragem-de-brumadinho-antes-do-rompimento-diz-relatorio-da-anm.ghml>>
- [11] GOVERNO DE MINAS GERAIS; Pró-Brumadinho. Disponível em: <<https://www.mg.gov.br/pro-brumadinho/pagina/entenda-o-acordo-judicial>>
- [12] MARQUES, F; ESTEVES, A; ANDRADE, J. Especial: segurança de barragens. Disponível em: <<https://memoria.ebc.com.br/seguranca-de-barragens>>
- [13] TREVIZAN, D. Associação Brasileira das Empresas Estaduais de Saneamento (aesbe) Disponível em: <<https://aesbe.org.br/novo/brasil-tem-88-barragens-do-tipo-a-montante-ou-desconhecido-metade-com-alto-potencial-de-dano-diz-agencia/>>
- [14] AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO, 2021. Descaracterização de barragens a montante. Nov. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/barragens/boletim-de-barragens-de-mineracao/arquivos/nota_tecnica_2021_descaracterizacao-3.pdf>
- [15] VALE S.A. Eliminação de barragens. Disponível em: <<https://www.vale.com/pt/eliminacao-de-barragens>>