

A geografia histórica das barragens de rejeito de minério de ferro em Minas Gerais, Brasil

Thell Rodrigues  

Universidade de São Paulo (USP) – São Paulo, São Paulo, Brasil.
e-mail: thellvictor@hotmail.com

Ladislau Pereira Sanders Filho  

Universidade de São Paulo (USP) – São Paulo, São Paulo, Brasil.
e-mail: ladislausanders@gmail.com

Resumo

O artigo analisa a proliferação de barragens de rejeito de minério de ferro em Minas Gerais, destacando aspectos geológicos, econômicos e administrativos que impulsionaram a implementação e a expansão dessas estruturas. O objetivo é apresentar um panorama histórico e geográfico das barragens no período de 1970 a 2020. A pesquisa utiliza dados do Sistema Integrado de Gestão de Segurança de Barragens de Mineração (SIGBM) e do Anuário Mineral Brasileiro, além de levantamento bibliográfico e atividades de campo. Os resultados indicam que a instalação das barragens está relacionada ao início da exploração do itabirito, que mobilizou a implantação de usinas de beneficiamento e gerou grande quantidade de rejeito. A intensificação da concorrência inter-regional, a partir de 1960, pressionou as mineradoras a buscar soluções de baixo custo para ampliar a produção e reduzir custos, prevalecendo métodos menos onerosos como o beneficiamento úmido e a alocação dos resíduos em barragens. A pesquisa também identifica os primeiros registros de problemas socioambientais com essas estruturas, além de sinalizar uma recorrência de problemas desde 2014, como os desastres em Mariana e Brumadinho, além de outros episódios que envolvem evacuações de comunidades por risco de novos rompimentos.

Palavras-chave: Barragem de rejeito; mineração; desastre ambiental; impactos territoriais; crise do capital.

The historical geography of iron ore tailings dams in Minas Gerais, Brazil

Abstract

The article analyzes the proliferation of iron ore tailings dams in Minas Gerais, highlighting geological, economic, and administrative factors that have driven the implementation and expansion of these structures. The objective is to present a historical and geographical overview of the dams from 1970 to 2020. The research utilizes data from the Integrated Mining Dam Safety Management System (SIGBM) and the Brazilian Mineral Yearbook, in addition to a bibliographic review and field activities. The results indicate that the installation of the dams is linked to the beginning of itabirite exploitation, which led to the establishment of beneficiation plants and generated a large amount of tailings. The intensification of interregional competition from the 1960s pressured mining companies to seek low-cost solutions to expand production and reduce expenses, consolidating less expensive methods such as wet beneficiation and the disposal of waste in dams. The research also identifies the



Este trabalho está licenciado com uma Licença Creative Commons - Atribuição 4.0 Internacional.

earliest records of socio-environmental problems associated with these structures, as well as a recurrence of issues since 2014, including the disasters in Mariana and Brumadinho and other episodes involving community evacuations due to the risk of new failures.

Keywords: Tailings dam; mining; environmental disaster; territorial impacts; capital crisis.

Geografía histórica de las presas de residuos de mineral de hierro en Minas Gerais, Brasil

Resumen

El artículo analiza la proliferación de presas de residuos de mineral de hierro en Minas Gerais, destacando los factores geológicos, económicos y administrativos que impulsaron la implantación y expansión de estas estructuras. El objetivo es presentar un panorama histórico y geográfico de las presas desde 1970 hasta 2020. La investigación utiliza datos del Sistema Integrado de Gestión de la Seguridad de las Presas Mineras (SIGBM) y del Anuario Minero Brasileño, así como un estudio bibliográfico y actividades de campo. Los resultados indican que la instalación de las presas está relacionada con el inicio de la explotación de itabirito, que movilizó la implantación de usinas de procesamiento y generó una gran cantidad de residuos. La intensificación de la competencia interregional a partir de la década de 1960 empujó a las empresas mineras a buscar soluciones de bajo coste para ampliar la producción y reducir costos, consolidando métodos menos onerosos como el procesamiento por vía húmeda y la reserva de residuos en presas. La investigación también identifica los primeros registros de problemas socioambientales con estas estructuras, además de señalar una recurrencia de problemas desde 2014, como los desastres en Mariana y Brumadinho, así como otros episodios que implican la evacuación de comunidades debido al riesgo de nuevas rupturas de presas.

Palabras-clave: Represa de resíduos; minería; desastre ambiental; impactos territoriales; crisis de capital.

Introdução

Os desastres da Samarco, em 2015, e da Vale, em 2019, resultaram em centenas de mortes, destruição ambiental de grande escala e graves consequências sociais para as comunidades afetadas (Sanders Filho, 2019; Rodrigues, 2024). A dimensão dessas tragédias evidenciou o potencial catastrófico das barragens de rejeito, trazendo à tona a urgência de uma análise crítica sobre a existência dessas estruturas, especialmente em Minas Gerais, que se configura como o epicentro desses episódios.

As abordagens da geografia, em especial da Geografia Histórica (Rodrigues, 2019), podem contribuir na compreensão dos processos que levaram à proliferação de barragens de rejeito no estado. Essa abordagem permite investigar como os fatores regionais e globais, em suas dimensões espaço-temporais sobrepostas, moldaram a instalação, a expansão e até mesmo a precarização dessas estruturas.

Nesse sentido, este artigo procura apresentar um panorama histórico e geográfico das barragens de rejeito em Minas Gerais, analisando aspectos geológicos, econômicos e

A GEOGRAFIA HISTÓRICA DAS BARRAGENS DE REJEITO DE MINÉRIO DE FERRO EM MINAS GERAIS, BRASIL

administrativos que promoveram a implementação e a ampliação dessas estruturas no estado. Além disso, pretende sinalizar algumas implicações sociais e ambientais associadas a essas estruturas de rejeito, destacando como suas operações têm gerado transtornos socioambientais desde a década de 1970, agravados nos últimos anos. Para isso, este artigo se inicia com uma seção preliminar dedicada à exposição dos aspectos teórico-metodológicos que orientam a pesquisa, seguida por seis seções que detalham as articulações entre a produção de minério de ferro e os processos de geração e gestão dos rejeitos.

Dentre essas seis seções, a primeira traça um panorama atual das barragens de rejeito no estado, com ênfase nas suas principais características e na condição de estabilidade das estruturas. A segunda seção retoma o contexto histórico da implantação dessas barragens a partir da década de 1970, buscando compreender a influência de aspectos geológicos, econômicos e políticos que condicionaram sua proliferação no estado. A terceira seção demonstra, a partir de dados quantitativos, como a exploração do itabirito intensificou a produção mineral e, consequentemente, a geração de rejeitos. Na quarta seção, discute-se o papel da concorrência inter-regional nas escolhas de tecnologias para a exploração do minério de ferro e a alocação dos rejeitos. A quinta seção examina como a ampliação da produção e o aumento da escala de rejeitos já anunciam, desde os anos 1970, um conjunto de problemas socioambientais no estado. Por fim, a sexta seção busca sintetizar a questão das barragens em Minas Gerais no século XXI, considerando brevemente o impacto do "superciclo das *commodities*" e a crise do setor a partir de 2014, marcada pela recorrência de problemas com barragens no estado.

Considerações teórico-metodológicas em geografia histórica e a questão das barragens

De acordo com Rodrigues (2019, p. 2), a singularidade do campo da Geografia Histórica é a "densa articulação espaço-tempo". Essa articulação exige uma base teórico-metodológica que possibilite interpretar a produção e a transformação do espaço ao longo do tempo, em função das técnicas, das formas espaciais e das relações sociais que as sustentam. Com base nisso, Rodrigues (2019) destaca a importância de três abordagens metodológicas na pesquisa em geografia histórica: periodização, escalas e fontes.

A periodização adotada nesta pesquisa não se refere a uma simples divisão cronológica, mas a uma construção analítica orientada pelas próprias questões da pesquisa, conforme sugere Rodrigues (2019). Nesse sentido, foi delimitado o recorte temporal de 1970 a 2020, estruturando a análise a partir das transformações nas técnicas de produção do minério de ferro — com especial atenção às implicações dessas mudanças na geração e na

gestão dos rejeitos. A técnica, nesse contexto, não se restringe à engenharia das barragens, mas sim como o conjunto de procedimentos produtivos que estruturam a atividade mineradora, sendo a barragem uma expressão espacial derivada dessas escolhas produtivas.

O segundo eixo metodológico se refere à adoção de múltiplas escalas de análise, fundamentais para apreender as múltiplas determinações que incidem sobre o objeto de estudo. Neste caso, adota-se a escala regional do Quadrilátero Ferrífero, principal polo da produção de minério de ferro em Minas Gerais, em articulação com a escala global vinculada às dinâmicas do mercado mundial de minério de ferro. Essa abordagem multiescalar possibilita compreender como a lógica da concorrência inter-regional incide diretamente sobre a organização da produção mineral na região, moldando as estratégias produtivas, a adoção de técnicas de exploração e formas de gestão dos rejeitos.

O terceiro aspecto metodológico se refere à mobilização de fontes capazes de expressar a articulação espaço-temporal dos processos investigados, possibilitando a interpretação teórica e empírica das questões formuladas pela pesquisa. Para isso, foram utilizados diferentes tipos de fontes: dados quantitativos sobre a produção anual de minério, relatos de pessoas envolvidas nos processos analisados através da consulta de fontes secundárias, observações de campo e um diálogo com a bibliografia que trata direta ou indiretamente da produção de minério e da gestão do rejeito.

Os dados quantitativos foram obtidos a partir do *Sistema Integrado de Gestão de Segurança de Barragens de Mineração (SIGBM)* e dos *Anuários Minerais Brasileiros*, publicados entre 1970 e 2020. A partir dessas fontes, foi elaborado um banco de dados contendo informações sistematizadas sobre a evolução da produção mineral e da construção de barragens de rejeito no referido período.

A primeira etapa da análise consistiu na caracterização atual das barragens de rejeito em Minas Gerais, com base nos dados do SIGBM (Brasil, 2024a).¹ Foram consideradas informações como localização, tipo de rejeito armazenado, características técnicas, data de início das operações e a Declaração de Condição de Estabilidade.² Esses dados foram organizados em tabelas e, posteriormente, convertidos em formatos georreferenciados para utilização no software QGIS. A partir dessa sistematização, foi possível realizar a análise da distribuição espacial das barragens de rejeito de minério de

¹ Os dados do SIGBM foram extraídos em 15 de julho de 2024.

² Vale destacar que o SIGBM constitui, atualmente, a única base pública de dados sobre barragens de mineração no Brasil. Apesar de sua relevância, é possível que o sistema não registre todas as estruturas construídas ao longo do tempo, especialmente aquelas que foram desativadas antes da implementação do portal ou que, por diferentes razões, não foram cadastradas. Essa limitação compromete a completude do registro histórico. Ainda assim, o SIGBM contempla algumas barragens desativadas, o que o torna uma ótima fonte — ainda que parcial — para a análise da quantidade de estruturas construídas no período de 1970 a 2020.

A GEOGRAFIA HISTÓRICA DAS BARRAGENS DE REJEITO DE MINÉRIO DE FERRO EM MINAS GERAIS, BRASIL

ferro, bem como o volume de cada estrutura e as condições de estabilidade, cujos resultados são apresentados na seção seguinte.

Os dados quantitativos da produção mineral e de geração de rejeitos foram elaborados com base nas informações contidas em cada edição do *Anuário Mineral Brasileiro* de 1972 a 2020 (Brasil, 1972-2020). Para estimar a geração de rejeitos, utilizou-se a metodologia do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) (2012), que considera a diferença entre a produção mineral bruta e beneficiada, permitindo calcular tanto o volume de rejeitos quanto a taxa anual de geração de rejeitos, com base nas seguintes fórmulas³:

$$\text{Quantidade de rejeitos (t)} = \text{Produção bruta (t)} - \text{Produção beneficiada (t)}$$

$$\text{Proporção de rejeitos (t)} = \text{Quantidade de rejeito (t)} / \text{Produção bruta}$$

Realizou-se a tabulação dos dados referentes aos estados de Minas Gerais e, para fins comparativos, do Pará. As informações coletadas foram organizadas em planilhas e sistematizadas em tabelas, visando consolidar dados dispersos em diferentes fontes e facilitar sua análise. Tais dados compilados estão disponibilizados publicamente na página da Revista NERA no SciELO Data⁴. A sistematização visa subsidiar a reconstituição do processo histórico-geográfico de construção e gestão das barragens, além de poder contribuir para novas pesquisas sobre o tema.

Também foi realizado um levantamento de estudos empíricos e técnicos que abordam, direta ou indiretamente, a questão da produção mineral e das barragens de rejeito em Minas Gerais, com intuito de contextualizar o processo de implementação dessas estruturas. Assim, permitiu-se interpretar, teórica e historicamente, a influência da concorrência inter-regional sobre as decisões relativas às novas técnicas de exploração mineral e construção de barragens. Essa análise dialoga com os registros da companhia Vale (2012; 2016), bem como as contribuições de Humphreys (2015) e Minayo (2004).

Para investigar os primeiros registros históricos de problemas ambientais relacionados à ampliação da mineração e das barragens de rejeito, foram analisados documentos da década de 1970, como o estudo de Freitas (1976), que identifica os primeiros impactos em Itabira, e relatórios da Fundação João Pinheiro (1976; 1977) sobre o

³ Segundo o *Diagnóstico dos resíduos sólidos da atividade de mineração de substâncias não energéticas*, elaborado pelo IPEA (2012), é difícil quantificar o volume de resíduos sólidos (estérreis e rejeitos) gerados pela mineração devido à complexidade das operações e à diversidade de tecnologias utilizadas nos processos de extração e beneficiamento. Além disso, a disponibilidade de dados é limitada, tanto por parte das agências estatais quanto das empresas. Apesar desses desafios, o IPEA destaca a importância de estimar esses dados com base nas informações disponibilizadas e, por isto, desenvolveu uma metodologia que estima a quantidade de rejeitos produzidos e a taxa de geração de rejeitos.

⁴ Todo o conjunto de dados de apoio aos resultados deste estudo foi disponibilizado no *SciELO Data* e pode ser acessado em <https://doi.org/10.48331/SCIELODATA.AHQPCF>.

despejo de rejeitos nos rios da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Também foram considerados registros jornalísticos sobre os rompimentos de barragens em 1986 e 2001, referidos por Ávila *et al.* (2021).

Além disso, foram realizadas atividades de campo de caráter observacional em municípios com histórico recente de rompimento, riscos ou conflitos envolvendo barragens. As atividades de campo foram realizadas em 2021 e 2022 nos municípios de Barão de Cocais, Brumadinho, Congonhas, Itabira, Itabirito, Itatiaiuçu, Mariana, Nova Lima, Ouro Preto e Rio Acima (cf. Rodrigues, 2024, p. 31-76). As observações *in loco*, realizadas ao longo de dois anos, permitiram identificar situações de transtorno social e ambiental relacionados à operação dessas estruturas de contenção de rejeito. Tais visitas foram acompanhadas de conversas informais com moradores, registradas em caderno de campo, com objetivo de captar elementos do cotidiano afetados pelo risco das barragens.

Um panorama atual das barragens de rejeito de minério de ferro em Minas Gerais

Atualmente, o Brasil possui 938 barragens vinculadas à exploração mineral, que estão cadastradas no SIGBM, das quais 339 estão localizadas em Minas Gerais (Brasil, 2024a). Entre as barragens de rejeito de minério de ferro, há 84 registradas em território nacional, sendo que 64 estão em Minas Gerais, correspondendo a 76% do total.⁵ Essas estruturas estão sob a responsabilidade de 19 empresas⁶ e se concentram em 21 municípios⁷, majoritariamente reunidos na região central do estado, conhecida como Quadrilátero Ferrífero⁸.

A partir dos dados fornecidos pelo SIGBM, é possível identificar o ano em que se iniciaram as operações das estruturas cadastradas, o que permite delimitar um padrão histórico de utilização das barragens de rejeito de minério de ferro. Segundo esses dados, esses diques de contenção de rejeito começaram a ser implementados a partir de 1970.

⁵ As demais estão distribuídas entre os estados de Mato Grosso do Sul (14), Amapá (4), Alagoas (1) e Pará (1).

⁶ As mineradoras responsáveis por cada uma das barragens são: Anglo American Minério de Ferro Brasil S/A (1), ArcelorMittal Brasil S.A. (1), CSN Mineração S.A. (3), Emicon Mineração e Terraplenagem Limitada (1), Gerdau Açominas S/A (2), Green Metals (1), Herculano Mineração Ltda (1), Itaminas Comércio de Minérios S.A. (1), Minar Mineração Aredes Ltda (1), Mineração Geral do Brasil S/A (2), Mineração Morro do Ipê S.A. (3), Mineração Usiminas S.A. (2), Minérios Nacional S.A. (2), Minerita Minérios Itaúna Ltda. (2), MSM Mineração Serra da Moeda Ltda. (4), SAFM Mineração Ltda (3), Samarco Mineração S.A. (1), Vale S.A. (32) e Vallourec Tubos do Brasil Ltda. (1).

⁷ Os municípios são: Barão de Cocais (3), Brumadinho (5), Conceição do Mato Dentro (1), Congonhas (2), Igarapé (2), Itabira (4), Itabirito (12), Itatiaiuçu (5), Jeceaba (1), Mariana (3), Nova Era (1), Nova Lima (6), Ouro Preto (13), Rio Acima (2), Rio Piracicaba (1), Sabará (1), Sarzedo (1) e São Gonçalo do Rio Abaixo (1).

⁸ Além dessas estruturas classificadas como barragens de rejeitos, Minas Gerais conta com outras quatro estruturas de contenção de rejeito úmido cadastradas como “Cava com Barramento Construído” e “Empilhamento drenado construído hidráulicamente e suscetível à liquefação”. Há também outras barragens vinculadas à exploração do minério de ferro, mas que armazenam apenas água e não rejeito. Embora esses tipos de estruturas não tenham sido consideradas neste estudo, são igualmente relevantes do ponto de vista do risco socioambiental que podem representar para as áreas a jusante.

A GEOGRAFIA HISTÓRICA DAS BARRAGENS DE REJEITO DE MINÉRIO DE FERRO EM MINAS GERAIS, BRASIL

Naquela década, pelo menos 10 estruturas entraram em operação. Nos anos de 1980, o total de estruturas mais do que dobrou, com a instalação de, no mínimo, mais 14 barragens. Ao longo da década de 1990, segundo esses dados, houve a implementação de mais 14 estruturas. Entre 2000 e 2014, até iniciar a recorrência de problemas que será narrada no último item, 16 novas barragens começaram a ser utilizadas. Após o primeiro rompimento dessa série de transtornos com barragens, ocorrido em setembro de 2014, pelo menos mais 10 estruturas ainda entraram em operação.

Essas estruturas implementadas no estado se diferenciam não apenas pelo tempo de operação, mas também pela magnitude de seus reservatórios. Entre as barragens cadastradas, 21 possuem um volume inferior a 1.000.000 m³, ao passo que 24 barragens têm volumes que variam entre 1.000.000 m³ e 10.000.000 m³ e 12 reservatórios com capacidade entre 10.000.000 m³ e 50.000.000 m³. Além disso, há 6 barragens com capacidade superior a 50.000.000 m³, destacando-se a Barragem do Pontal, em Itabira, que possui aproximadamente 218.000.000 m³ (Brasil, 2024a). Essa capacidade é aproximadamente quatro vezes maior que a Barragem de Fundão, rompida em 2015, responsável por um dos maiores desastres ambientais da história do Brasil (Serra, 2018).

Outro elemento importante que difere essas estruturas, e que pode estar associado à percepção de risco para a sociedade, são os métodos construtivos e de alteamento das barragens. Segundo o SIGBM, em Minas Gerais 27 barragens utilizam o método de montante, 14 utilizam o método de jusante, 4 utilizam o método de linha de centro e 19 utilizam o método de etapa única (Brasil, 2024a)⁹.

A situação operacional das barragens também varia. Atualmente, 20 estão ativas, 32 em processo de descaracterização e 12 estão inativas (Brasil, 2024a). Vale ressaltar que esse alto número de estruturas em processo de descaracterização é reflexo da recorrência de problemas com barragens que será abordada ao final deste artigo, o que mobilizou novas normas sobre o setor, além da pressão popular que passou a questionar esse tipo de infraestrutura (Magno *et al.*, 2023).

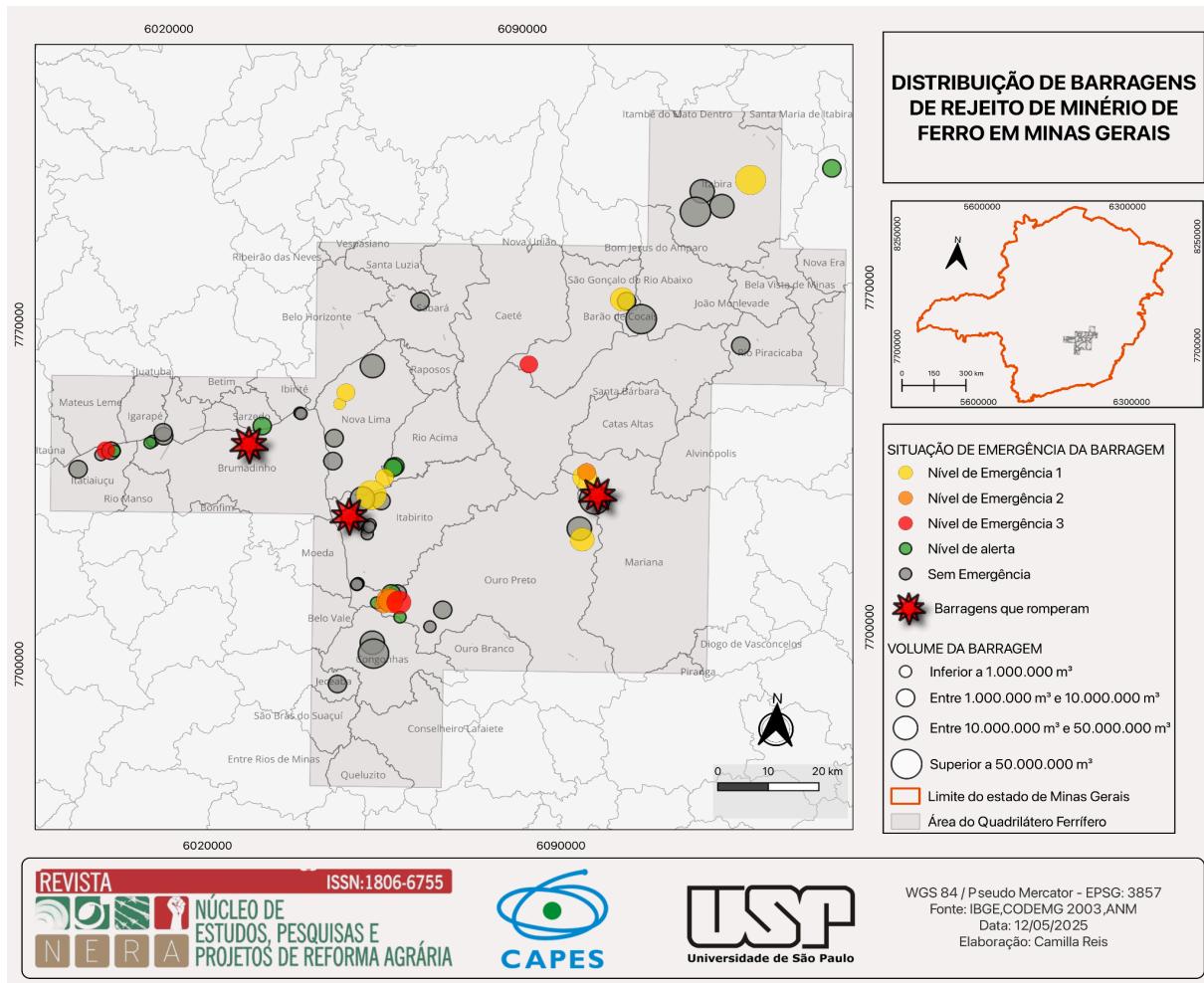
Por fim, um último dado importante a ser destacado é a situação atual dessas barragens. Segundo consta no SIGBM (Brasil, 2024a), 9 estruturas estão classificadas em *Nível de Alerta*, outras 9 estão em *Nível de Emergência 1*, mais 4 estão em *Nível de Emergência 2* e outras 3 estão em *Nível de Emergência 3*.¹⁰ Isso significa que, das 64

⁹ Segundo Soares (2010), o método a montante é mais utilizado por ser mais econômico, rápido para construir e altear. No entanto, este método apresenta maior probabilidade de instabilidade, especialmente com relação à liquefação, tal como ocorreu nos casos da Samarco e da Vale que utilizavam esse tipo de técnica. Em contraste, o método a jusante envolve a construção de um dique inicial impermeável, o que proporciona maior estabilidade, resultando em um maciço mais seguro e compacto. No entanto, sua implementação e operação são mais complexas e custosas.

¹⁰ Conforme a *Resolução ANM nº 95/2022*, uma barragem deve ser classificada em “*Nível de Alerta*” quando são identificadas anomalias na estrutura e medidas corretivas não sejam implantadas em até 30 dias. Caso o empreendedor continue sem adotar as medidas corretivas por mais 60 dias, a estrutura passa a ser enquadrada

estruturas do acervo analisado, aproximadamente 40% estão atualmente enquadradas em algum nível de alerta ou de emergência. Esse dado demonstra que, mesmo cinco anos após o desastre da Vale em Brumadinho/MG, a questão das barragens continua representando um grande risco social e ambiental em Minas Gerais. O Mapa 1 ilustra esse panorama atual das barragens de rejeito de minério de ferro em Minas Gerais:

Mapa 1: Distribuição de barragens de rejeito de minério de ferro em Minas Gerais - 2025.



Org. Os Autores e Camilla Reis (2025).

A instalação das barragens com o beneficiamento do Itabirito

Conforme mencionado anteriormente, a instalação das barragens de rejeito de minério de ferro em Minas Gerais se iniciou nos anos de 1970. Em resumo, esse fenômeno

em Nível de Emergência 1. As “Situações de Emergência” referem-se a eventos adversos que comprometem a segurança da barragem e podem gerar danos à integridade estrutural e operacional, à vida, à saúde, à propriedade e ao meio ambiente. Detalhes sobre os níveis de emergência adotados em cada estrutura desde 2022 podem ser consultados no histórico de Declaração de Condição de Estabilidade disponível no SIGBM (Brasil, 2024b).

A GEOGRAFIA HISTÓRICA DAS BARRAGENS DE REJEITO DE MINÉRIO DE FERRO EM MINAS GERAIS, BRASIL

está associado ao início da exploração da rocha itabirito. Como será demonstrado, as barragens se tornam um elemento essencial para alocar o rejeito a partir do momento em que as empresas começam a lavrar e a beneficiar o itabirito em escala industrial.

De acordo com Takehara (2004), a produção do minério de ferro em Minas Gerais ocorre, principalmente, a partir da lavra de dois grupos de rocha: os corpos de hematita, os quais são normalmente caracterizados por ter um teor de ferro superior a 64%, e os itabiritos, que apresentam um teor de ferro que varia entre 20% e 55%.

Esta classificação quantitativa é importante, pois os métodos convencionais de produção de ferro-gusa e aço requerem um minério com teor de ferro de pelo menos 58%, ao passo que geralmente se utiliza um material acima de 62% de teor de ferro (Smil, 2016). Ou seja, os grandes corpos de hematita podem ser comercializados de maneira mais fácil e menos onerosa, uma vez que podem ser processados apenas com a britagem e o peneiramento da rocha bruta. O itabirito, por outro lado, por ter um teor de ferro abaixo dos índices de mercado, só pode ser comercializado se for beneficiado (Vale, 2016). E é justamente esse tratamento industrial do itabirito que gera o rejeito em grande escala, que será alocado, em sua maioria, nas barragens¹¹.

De acordo com algumas publicações de resgate histórico da Vale (2012; 2016), a antiga Companhia Vale do Rio Doce (CVRD) começou a sua produção de minério de ferro em Minas Gerais a partir da exploração da hematita. Nesse momento, o modelo de produção não envolvia maquinário muito complexo. Como sintetiza Minayo (2004), durante os primeiros anos da companhia, entre 1942 e 1951, o modelo de produção era mobilizado por uma divisão de trabalho básica e ferramentas manuais.¹² Em síntese, as etapas de produção a partir da hematita consistem apenas em “extrair, britar, transportar e embarcar o minério para os compradores internacionais” (Minayo, 2004, p. 131).

No entanto, esse processo “manual” de trabalho só era viável em termos econômicos porque ele ocorria sobre a hematita, visto que um processo de exploração simples era suficiente para atingir as especificações requisitadas pelas usinas.

Minayo (2004) chama a atenção para que esse processo de trabalho começa a ser alterado a partir de 1952, quando a empresa começa a mecanizar a produção. Segundo a autora, há um processo de substituição dos meios manuais de exploração do minério por grandes máquinas. Este processo redefiniu a produção em termos qualitativos, mas sobretudo em sua dimensão quantitativa. Com a introdução dos projetos Mecanizada 1

¹¹ Cabe ressaltar que o tratamento mineral da hematita também gera rejeitos, embora em escala consideravelmente menor que a exploração do itabirito.

¹² Minayo (2004) resume esse processo de trabalho destacando que os operários usavam ponteiros manuais para furar as rochas e colocar dinamite, utilizavam marretas para quebrar pedras, garfos de ferro para recolher o minério e galeotas para transporte. Ademais, ferramentas como enxadas, foices, machados e picaretas eram usadas para limpar matas e construir estradas.

(1952) e Mecanizada 2 (1964), a exploração mineral se intensificou, permitindo a produção e a exportação em grande escala (Minayo, 2004; Vale, 2012).

No entanto, essa mudança de ritmo acelerou o esgotamento das jazidas de hematita. Como consta nos registros da Vale (2012, p. 377), a partir da década de 1960 o escasseamento das hematitas virou um ponto de preocupação para o setor mineral no estado, o que colocou a superação da fronteira da exploração do itabirito como uma urgência de reprodução do próprio setor.

É nesse contexto que surgem projetos de implantação de usinas de beneficiamento do itabirito capazes de concentrar as partículas de ferro e, com isto, elevar o teor de ferro do produto final. Ao começar a explorar intensivamente este material, com as usinas de beneficiamento, foi adicionada uma nova etapa com o processo de concentração que utilizava a "separação magnética a úmido de alta intensidade baseada nas chapas Jones" (Vale, 2016, p. 30). Com isto, o itabirito passou a ser extraído, britado e concentrado. E, ao utilizar a água no processo de concentração, gerou uma grande escala de rejeito lamacento (e arenoso) de sílica e argila¹³.

Ou seja, com o início da exploração do itabirito, o setor mineral em Minas Gerais ampliou as reservas úteis (tornando um material que não tinha valor econômico em minério), expandiu a produção e aumentou exponencialmente a geração de rejeito. Em paralelo a esse movimento, as barragens emergiram como uma forma de "solução" tecnológica e espacial para alocar o rejeito úmido gerado em grande escala. É por isso que as datas de início das operações das primeiras barragens da antiga CVRD coincidem com a instalação das usinas de beneficiamento. Por exemplo, a Barragem do Pontal, datada de 1972 (Brasil, 2024a), é coetânea à Usina do Cauê (Vale, 2016); assim como as barragens de Conceição e Rio do Peixe, de 1977 (Brasil, 2024a), são simultâneas ao início das operações da Usina Conceição (Vale, 2012; Vale, 2016).

Embora esse fenômeno esteja mais precisamente documentado com o caso da CVRD em Itabira, ele se estendeu para outras mineradoras do estado. Por exemplo, o relatório *Impacto Ambiental da Mineração de Águas Claras* produzido pela Fundação João Pinheiro (1977) indica o uso da água para a concentração de minério de ferro em rochas de menor teor pela antiga mineradora MBR. Isso resultava na produção de uma quantidade substancial de rejeito que passou a ser depositado em uma barragem (Fundação João Pinheiro, 1977). Em paralelo, o estudo de Kegler e Wolfgang (1982), sobre as instalações da Mina de Fábrica, pertencente à mineradora Ferteco, também sinaliza a integração da barragem com a planta de beneficiamento para processar os itabiritos.

¹³ É válido destacar que tanto na fase manual quanto na fase mecanizada, a exploração dos corpos de hematita produzia sumariamente resíduos secos, que nada mais eram do que fragmentos de rocha que não tinham a granulometria adequada ou mesmo estéreis por envolverem outras rochas incrustadas, como o próprio itabirito (Vale, 2016).

A GEOGRAFIA HISTÓRICA DAS BARRAGENS DE REJEITO DE MINÉRIO DE FERRO EM MINAS GERAIS, BRASIL

Por fim, vale destacar a própria formação da Samarco S.A., que envolve a correlação entre a construção de uma estrutura para armazenar o rejeito e a instalação de uma usina de beneficiamento do itabirito. Como destaca Francisco Fernandes (1982), desde a década de 1940 a empresa Samitri Mineração S.A. explora jazidas de minério de ferro no alto Rio Doce. Com o esgotamento gradual dos depósitos de hematita no final da década de 1960, a Samitri focou no desenvolvimento de tecnologias para a exploração do itabirito, adotando uma estratégia similar à da Vale, MBR e Ferteco (Fernandes, 1982).

Sob este contexto, a Samitri estabeleceu uma *joint venture* com a companhia estadunidense *Marcona Corporation*, especializada em pelotização de minério de ferro de baixo teor, resultando na criação da Samarco em 1971. A companhia só iniciou suas atividades em 1977, concentrando-se na extração e na transformação do itabirito em pelotas. Ou seja, embora a Samitri tenha explorado minério desde 1940, foi apenas em 1977, com o início da exploração do itabirito e incorporação da nova tecnologia de beneficiamento, que a mineradora viu a necessidade de construir barragem de rejeito, especificamente a Barragem de Germano (cf. Samarco e Cepemar, 2004). É essa estrutura que se exauriu no início dos anos 2000, desenhandando o contexto em que a empresa mobilizou a construção acelerada da Barragem de Fundão, rompida em 2015 (Serra, 2018).

A ampliação da produção mineral com a exploração do itabirito e a consolidação de Minas Gerais no mercado mundial

Entre as décadas de 1950 e 1970, a economia global vivenciou um intenso crescimento impulsionado pela reconstrução da Europa e do Japão pós-guerra, gerando uma forte demanda por minério de ferro. Durante esse período, muitas minas europeias se esgotaram, enquanto o Japão enfrentava escassez de reserva em seu território, intensificando a necessidade de importações. Já os Estados Unidos, embora autossuficientes em minério de ferro e sucata até 1973, não possuíam excedentes para exportação em larga escala. Esse contexto favoreceu a consolidação de regiões como o Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais, e Pilbara, na Austrália, como polos na produção de minério de ferro para o mercado mundial (Humphreys, 2015).

Conforme Fernandes (1982), Minas Gerais produziu cerca de 9,9 milhões de toneladas (Mt) de minério de ferro no ano de 1960, das quais 5,2 Mt foram destinados à exportação. Em 1971, a produção anual alcançou 37,7 Mt, com exportações próximas a 31,1 Mt. Esses dados evidenciam o forte ritmo de expansão da produção mineral no estado e sua crescente inserção no mercado mundial.

Em 1972, iniciaram-se as operações das usinas de beneficiamento, o que impulsionou consideravelmente a produção mineral. Nesse mesmo ano, o *Anuário Mineral*

Brasileiro passou a divulgar dados de produção bruta e beneficiada, refletindo a distinção entre a rocha bruta e o minério efetivamente comercializável, produto do tratamento do itabirito, isto é, desconsiderando as toneladas de rejeito geradas. Naquele ano, Minas Gerais registrou uma produção de 46,2 Mt de minério bruto e 39,1 Mt de minério beneficiado. Em menos de uma década, no ano de 1980, esses números saltaram para 139,3 Mt de minério bruto e 112,7 Mt de minério beneficiado, evidenciando a intensificação da lavra do itabirito em todo o estado (Brasil, 1972-2020).

Esse processo resultou não apenas na ampliação da produção, mas também em um aumento expressivo na geração de rejeitos, conforme demonstra a Tabela 1.

Tabela 1: Produção de minério de ferro e geração de rejeito em Minas Gerais (1972-2020).

Período	Bruta (t)	Beneficiada (t)	Rejeito (t)	Taxa de rejeito
1972 a 1980	869.220.755	718.112.880	151.107.875	17%
1981 a 1990	1.475.729.483	1.099.902.747	375.826.736	25%
1991 a 2000	1.903.595.627	1.361.555.988	542.039.639	28%
2001 a 2010	2.890.173.335	2.047.299.656	842.873.679	29%
2011 a 2020	3.784.908.501	2.607.523.286	1.177.385.215	31%
Acumulado (1972 a 2020)	10.923.627.701	7.834.394.557	3.089.233.144	28%

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro (Brasil, 1972-2020); Org: Os autores (2025).

Em quase cinco décadas, foi produzida uma média anual de 63 Mt de rejeito, acumulando aproximadamente 3,08 bilhões de toneladas no período. Comparativamente, a média anual de rejeito gerado no estado do Pará foi de 7,1 Mt, ou seja, 8,7 vezes menor, refletindo as diferenças nas condições de produção. Essa disparidade se explica, em boa medida, pelo tipo de minério explorado em cada região, associado às tecnologias de tratamento mineral (cf. Rodrigues, 2024).

Em Minas Gerais a mineração está, desde 1970, concentrada no itabirito com menor teor de ferro, o que resulta em maior volume de rejeito, que em grande parte foi direcionado para barragens, acumulando-se ao longo das décadas. Por outro lado, em Carajás, a extração foca em hematita de alta qualidade, com teor de ferro acima de 65%, o que implica menor necessidade de tratamento mineral e menor geração de rejeito (Vale, 2012).

As diferenças refletem na infraestrutura necessária para gerenciar o rejeito. Como mencionado, Minas Gerais possui atualmente 64 barragens de rejeito cadastradas no SIGBM, enquanto no Pará existe apenas uma única barragem registrada.¹⁴ Tal disparidade

¹⁴ Vale destacar que nem todo o rejeito gerado é destinado a barragens. Existem outras formas de gerenciamento desse material, como a deposição em pilhas ou o reaproveitamento. Este texto apresenta apenas uma média, com base nos dados do SIGBM e do Anuário Mineral Brasileiro, para contextualizar a quantidade de

A GEOGRAFIA HISTÓRICA DAS BARRAGENS DE REJEITO DE MINÉRIO DE FERRO EM MINAS GERAIS, BRASIL

pode ser lida através do desenvolvimento geográfico desigual (Harvey, 2013) do capitalismo em cada região: em Minas Gerais, as condições de produção exigem uma infraestrutura mais robusta, incluindo um número maior de barragens, enquanto no Pará, devido à qualidade superior do minério e o menor tempo de extração, as operações podem ser realizadas com uma única barragem para alocar o rejeito (Rodrigues, 2024).

O contexto de concorrência inter-regional como um fator imperativo para a exploração do itabirito e a opção pela construção de barragens

A origem das barragens de rejeito de minério de ferro em Minas Gerais está conectada não apenas à escassez dos corpos de hematita, mas também ao processo de modernização da indústria mineral e ao acirramento da competitividade inter-regional. Como mencionado, a partir de 1970, as mineradoras do estado, em especial a CVRD, buscaram fortalecer sua posição no mercado mundial por meio da implementação de novas tecnologias de extração e processamento (Minayo, 2004). Essa modernização, no entanto, não era apenas uma oportunidade de mercado, mas uma ação necessária diante das projeções comerciais para as décadas seguintes. Como será discutido a seguir, o início da exploração do itabirito e o uso de barragens foram motivados principalmente pela necessidade de ampliar a produção e reduzir custos operacionais de modo a assegurar a reprodução regional no mercado mundial.

Conforme registros históricos da própria Vale (2012) e análises de David Humphreys (2015), a transição dos anos 1960 para os de 1970 anunciava um contexto de intensificação da concorrência do mercado mundial de minério de ferro. Esta situação foi moldada, de um lado, pelo início da exploração das minas na Austrália Ocidental e, de outro, pela descoberta das imensas jazidas de Carajás, no norte do Brasil, que seriam exploradas a partir da década de 1980.

Só com a inserção das minas australianas no mercado mundial, a partir da segunda metade da década de 1960, foi suficiente para haver uma ampliação significativa da oferta e, em paralelo, uma redução no preço do minério de ferro (Vale, 2012).

Ademais, a partir da década de 1970, a economia global começou a apresentar desaceleração nas taxas de crescimento, um fenômeno que alguns autores classificam como "estagnação de longa duração" (Brenner, 1999), "desvalorização secular" (Harvey, 2013) ou até mesmo "colapso da modernização" (Kurz, 1992). Paradoxalmente, foi nesse período, marcado por desafios econômicos, que se consolidaram os planos de construção e

rejeito gerado e sua relação com a construção e ampliação de barragens, especialmente ao comparar os cenários de Minas Gerais e Pará.

ampliação das barragens de rejeito em Minas Gerais, em paralelo à consolidação da produção regional no mercado mundial.

A implementação do Centro de Desenvolvimento Mineral (CDM) em 1965, voltado à pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias para o beneficiamento do itabirito, foi uma resposta direta da CVRD à conjuntura de intensificação da concorrência, associada às preocupações de escasseamento da hematita. Essa perspectiva é corroborada pelo depoimento de um gerente da companhia, que descreve as transformações na empresa como uma questão de sobrevivência diante de um mercado cada vez mais competitivo:

“A Vale mudou muito e tinha que mudar, o mundo inteiro está mudando. Foi uma questão de sobrevivência para a empresa. Ou ela mudava e procurava acompanhar todo o movimento mundo afora ou ela ficava fora do contexto de produção, como fornecedora de minério de ferro e como comercializadora” diz o atual Gerente Geral de Minas em Itabira, reproduzindo a justificativa que a empresa tem desenvolvido para fundamentar os novos rumos que assume para enfrentar a concorrência internacional: “o mercado do minério de ferro é cada vez mais competitivo” (Minayo, 2004, p. 315).

A mudança no modelo de produção, com foco na automação, na redução de custos e no aumento da escala produtiva, foi fundamental para que a CVRD se mantivesse competitiva. A busca por alternativas tecnológicas mais eficientes, alinhadas aos novos padrões de produção, reflete a lógica do capital, em que a inovação tecnológica não surge isoladamente, mas como uma resposta à pressão da concorrência (Marx, 2017). Nesse contexto, o desenvolvimento das forças produtivas não é apenas um reflexo do desenvolvimento científico ou técnico, como se apresentado sob a aparência de neutralidade, mas uma imposição da dinâmica de acumulação capitalista, que exige a adoção de tecnologias capazes de reduzir custos e aumentar a produtividade para garantir a continuidade dos capitais no mercado (Marx, 2017).

Em meio ao contexto de elaboração dos projetos de implantação das usinas de beneficiamento, surgiram discussões sobre diferentes tipos de tecnologias para processar as rochas e gerar rejeitos. Isso pode ser observado no relato de um ex-pesquisador da Vale:

O superintendente da época me propôs que montássemos em Itabira um laboratório de pesquisa para tratamento mineral, que ele mesmo coordenaria. Acontece que ele não voltou mais para a unidade e eu fiquei chefiando o laboratório. Por sete anos, fiz pesquisas por minha conta. Montei um ‘separadorzinho’ magnético a seco e comecei a estudar o itabirito sem grandes ambições. Mas o custo era muito alto, pois era preciso secar o minério todo. [...] Muitas alternativas não funcionaram porque o custo era muito alto ou a técnica não se adaptava ao nosso tipo de produto. A tentativa com o separador magnético a seco não deu certo e fizemos uma planta piloto de separação magnética a úmido de alta intensidade baseada nas chapas Jones. Mas tínhamos pressa e ela foi construída em paralelo com a planta industrial. Quando terminamos a piloto, o prédio oficial do separador já estava no terceiro andar. O mundo todo falava que éramos

loucos, que todo maquinário que estávamos desenvolvendo ia virar ferro-velho. Mas se não tivéssemos insistido nesses estudos, a Vale do Rio Doce não existiria mais. [nome do trabalhador-pesquisador], aposentado, ex-superintendente do Centro de Desenvolvimento Mineral – atuou na Vale de 1958 a 1991 (Vale, 2016, p. 25 e 30).

O profissional descreve os esforços para desenvolver uma tecnologia de separação magnética a seco em Itabira, uma técnica que poderia ter evitado a formação de barragens, visto que este tipo de empreendimento é mais adequado para o depósito de rejeito úmido. Contudo, o alto custo dessa solução e a imediaticidade da pressão concorrencial foram fatores determinantes para a rejeição do primeiro método em favor do processo de beneficiamento úmido, que, apesar de sua dependência das barragens para o armazenamento de rejeitos, mostrou-se economicamente mais viável, alinhando-se às demandas do setor por soluções de baixo custo, alta produção e rápida implementação.¹⁵

Isto ilustra como a construção das barragens de rejeito em Minas Gerais não foi uma escolha puramente técnica, mas sim uma decisão estratégica e econômica num determinado contexto econômico crítico. A necessidade de se adaptar a um modelo produtivo voltado para a redução de custos e a maximização da competitividade levou as mineradoras a adotar o processo de beneficiamento úmido, que gerava grandes volumes de rejeito e demandava a construção de barragens para seu armazenamento.

Nesse sentido, a afirmação de que a adoção do beneficiamento a úmido foi vital para a sobrevivência da empresa não deve ser vista como um exagero, mas como uma explicitação da realidade competitiva imposta pela lógica da concorrência do mercado mundial. Como sugere Marx (2017), empresas que não conseguem alcançar as escalas de produção necessárias para reduzir seus custos operacionais, arriscam perder competitividade e, eventualmente, sucumbirem diante dos concorrentes mais eficientes. Segundo a Lei Geral da Acumulação (Marx, 2017), o aprimoramento das forças produtivas, impulsionado pela necessidade de redução de custos e aumento da produtividade, torna-se imprescindível para a continuidade da acumulação de capital, o que leva as empresas a transformarem constantemente seus processos de produção (cf. Rodrigues, 2024).

Os primeiros registros de problemas socioambientais pelo aumento da escala de geração de rejeito

¹⁵ A escolha pelo beneficiamento a úmido, além de mais barata, também pode estar relacionada à abundância de recursos hídricos disponíveis no Quadrilátero Ferrífero. Tal abundância torna economicamente viável o uso intensivo de água no processamento mineral, diferentemente do que ocorre na exploração mineral em outros contextos, como em regiões desérticas. Em função dessa característica hidrogeológica, alguns autores passaram a referir-se à região como Quadrilátero Ferrífero-Aquífero (Coelho, 2012), que parece ser pertinente para desvelar a correlação entre os aquíferos e as técnicas de exploração mineral na região.

Ainda nos anos de 1970 começaram a surgir relatos que demonstram os problemas socioambientais associados às barragens de rejeitos em Minas Gerais. Um dos primeiros estudos sobre o tema foi o trabalho de Freitas (1976), que analisou os impactos da implantação da Barragem do Pontal, em Itabira.

De acordo com Freitas (1976, p. 266), a grande concentração de rejeitos úmidos provenientes do beneficiamento mineral formou “uma barreira ao escoamento das águas de esgotos domésticos que passaram a se acumular em depressões nas proximidades das residências e a constituir grandes focos de mosquitos e fonte de emanação de gases”.

Esses problemas refletiram o modelo de construção das barragens na época. Conforme o estudo, a mineradora construiu a barragem integrada (a montante e a jusante) ao córrego do município, o que misturava águas fluviais, esgoto doméstico e rejeitos de minério. Esse arranjo resultava no assoreamento da bacia, restringindo o fluxo de água e causando o acúmulo de resíduos sanitários nos lamaçais formados. Como consequência, havia proliferação de mosquitos e odores desagradáveis em áreas urbanas de Itabira.

Outro aspecto destacado por Freitas (1976) é que parte dos rejeitos escapava da barragem e era transportada pelo fluxo do rio, contaminando o leito a jusante. Essa questão foi discutida no debate que se seguiu à apresentação do biólogo:

PERGUNTA — Acad. José Maria Miranda — Escola Politécnica—USP. Se não me falha a memória, no início da conferência, o Sr. disse que dos 30 milhões de toneladas do minério de ferro, 6 milhões são rejeitos, que são jogados na represa. Gostaria que o Senhor traçasse um paralelo da poluição, que poderia ser causada por esse rejeito e a poluição do esgoto da cidade. RESPOSTA — Primeiramente darei um exemplo. O córrego próximo a Itabira, o Córrego do Girau, onde não é feito nenhum tratamento não recebe os rejeitos diretamente. Há uma cidade a cerca de uns 25/26 km de distância de Itabira, Santa Maria de Itabira, que recebe essas águas totalmente poluídas, no sentido de transparência, turbidez e com rejeitos, como se fossem lamaçentos. Inclusive entram num rio, que chamamos de rio turvo, lá em Santa Maria de Itabira, quer dizer, se esses 6 milhões de toneladas descessem iriam até os afluentes do Rio Doce e até este poderia ser afetado, na ocasião das chuvas, pois muitas pequenas nascentes seriam cobertas no seu percurso e diminuiria a água do rio, o que está acontecendo em muitas regiões de Minas Gerais. É, portanto, um problema sério (Freitas, 1976, p. 305).

Apesar dos problemas socioambientais associados à instalação de barragens de rejeitos, esse método se consolidou como a principal alternativa tecnológica para a gestão dos resíduos úmidos a partir da década de 1970. Como demonstrado, esta situação foi impulsionada pelo aumento da produção mineral, que ampliou a geração de rejeitos, demandando soluções urgentes para sua alocação.

Em muitos casos registrados, os rejeitos eram despejados direta ou indiretamente nos leitos dos rios, ao invés de serem confinados em reservatórios apropriados nas áreas internas das próprias mineradoras. Por exemplo, segundo um relatório da Fundação João

A GEOGRAFIA HISTÓRICA DAS BARRAGENS DE REJEITO DE MINÉRIO DE FERRO EM MINAS GERAIS, BRASIL

Pinheiro (1976), na Região Metropolitana de Belo Horizonte, grande parte dos rejeitos das mineradoras era despejada diretamente em cursos d'água, sem medidas de contenção, causando poluição hídrica. Embora algumas empresas adotassem medidas simples, como bacias de decantação, para mitigar os impactos, a maioria das operações negligenciava soluções de manejo sustentável.

Um segundo relatório da mesma Fundação João Pinheiro (1977) detalha os danos provocados pela MBR, segunda maior mineradora do país naquele momento, cuja deposição de rejeitos comprometeu o leito do Córrego das Mangabeiras, com acúmulos superiores a um metro em algumas áreas, afetando o ecossistema local. Com o aumento da produção mineral na década de 1970, tornou-se inviável a disposição direta de rejeitos nos rios, exigindo alternativas tecnológicas.

Nesse contexto, o próprio relatório da Fundação João Pinheiro (1976) sugere a construção de barragens para conter o rejeito:

Pode-se concluir da grande facilidade técnica de combater a poluição causada pela mineração na Região Metropolitana de Belo Horizonte. Como a mineração do ferro constitui-se na principal atividade de exploração, a contenção dos resíduos é facilmente realizada pela construção de barragens, que trarão as seguintes vantagens: utilização dos finos na produção de pellets; material estéril para reconstituição da área ocupada pela mina; reutilização da água, livre de impurezas, para lavagem do minério (Fundação João Pinheiro, 1976, p. 129).

Como pode ser observado, além do contexto econômico do setor que exigia um tratamento mineral mais intensivo e menos oneroso, houve uma pressão política local que estimulou a adoção de barragens para armazenar o rejeito úmido. Esses relatos são corroborados por uma reportagem publicada no *Jornal Nova Lima Notícias*, em novembro de 1979, que documenta o descarte de rejeitos pela MBR diretamente nos leitos dos rios. Sob pressão política da prefeitura de Nova Lima, a mineradora assumiu o compromisso de construir três barragens destinadas ao armazenamento adequado desse material descartado.¹⁶

Em meio a um quadro repleto de dificuldades para o setor, as mineradoras de Minas Gerais conseguiram converter resíduos antes descartados, como é o caso do itabirito, em produtos economicamente rentáveis. Aliás, essa capacidade de reaproveitamento do

¹⁶ Assim consta a reportagem: “[...] estivemos na nascente do Córrego Oriolo, contribuinte da bacia do Macena. Próximo ao local, a MBR estava fazendo um aterro com material estéril, rejeito proveniente da mina de Águas Claras, e na ocasião das chuvas, estas provocam o carreamento deste material diretamente para o Macena e deste para o Cardoso, o que poderia comprometer as instalações da Mina de Morro Velho, bem como provocar o assoreamento do Água Suja e finalmente do rio das velhas. Na ocasião estávamos acompanhados também dos representantes da MBR [...] que cientes do problema, informaram-nos a disposição de se empenharem na construção imediata de 3 barragens (nº 2, 3, e 4), localizadas na planta anexa, com término previsto para antes do início da estação de chuvas deste ano” (Jornal Nova Lima Notícias, 1979).

itabirito não escapou à sensibilidade do poeta Carlos Drummond de Andrade, que em 1977 registrou sua observação sobre o tema:

A Companhia que o Governo montou estava bem satisfeita com sua hematita, seu itabirito e sua jacutinga postos em vagão e navio cargueiro e rendendo-lhe bons cobres. Sem desprezar o lixo do ferro, a poeira grossa que se desprende dos blocos dinamitados e vai formando montanhas, o rejeito, o refugo. E partiu para o aproveitamento desse material segundo, pelotizando-o. Nada fica sem utilidade no ferro: seu próprio lixo é fonte de renda. (Andrade, 1977, p. 5)

No entanto, esse modelo revela uma ambiguidade crítica: enquanto simboliza o progresso produtivo e o desenvolvimento econômico, também carrega um elevado potencial para desastres socioambientais. Conforme destacou Robert Kurz (2004), o maior dos sucessos técnicos pode conter em si o maior potencial de catástrofe. A construção de barragens para alocar rejeitos ilustra essa dualidade. Se, por um lado, elas permitiram ampliar a produção e sustentar a competitividade regional, por outro, introduziram riscos de devastação em larga escala.

Dois eventos marcantes sinalizaram de maneira concreta o potencial destrutivo das barragens. O primeiro, em maio de 1986, ocorreu com a ruptura da barragem de rejeitos da Mina de Fernandinho, localizada em Itabirito (atualmente Rio Acima) e pertencente ao Grupo Itaminas. O desastre resultou na morte de sete pessoas. Cerca de quinze anos depois, outro rompimento em Minas Gerais reforçou os riscos socioambientais deste tipo de estrutura. Em junho de 2001, antes do aumento considerável da demanda chinesa que impulsionou o setor mineral, houve o rompimento da barragem da Mineração Rio Verde, no município de Nova Lima, causando cinco mortes.¹⁷

Esses desastres, que resultaram em perdas humanas e danos ambientais, expuseram as fragilidades de um modelo de exploração mineral dependente de barragens de rejeitos. Embora pouco documentados na história da mineração brasileira, esses episódios poderiam ter sido sinais de alerta sobre os riscos inerentes a essas estruturas, antecipando um conjunto de regulações que apenas foram implementadas no Brasil após o desastre da Vale em Brumadinho (Magno *et al.*, 2023).

A crise da exploração do minério de ferro em Minas Gerais, a precarização das estruturas e a recorrência de problemas com barragens

O último quartel do século XX foi marcado por transformações na produção mineral em Minas Gerais, consolidando a região como uma das principais áreas de exportação de minério de ferro, ao lado da Austrália Ocidental. Entretanto, esse período, denominado por

¹⁷ Mais informações sobre esses rompimentos de barragens podem ser identificados no texto de Ávila *et al.* (2021).

A GEOGRAFIA HISTÓRICA DAS BARRAGENS DE REJEITO DE MINÉRIO DE FERRO EM MINAS GERAIS, BRASIL

Humphreys (2015) como os "anos estéreis" da mineração, foi caracterizado por grandes desafios. As mineradoras enfrentaram pressões para reduzir custos em um mercado saturado pela ampliação da produção, especialmente com o início da exploração em Carajás/PA em 1985, ao mesmo tempo em que lidavam com dificuldades de financiamento e baixa lucratividade. A crise no Japão e a estagnação europeia agravaram as incertezas enquanto o setor passava por uma reestruturação marcada por fusões e aquisições (Humphreys, 2015). Apesar da condição adversa, o aumento da demanda chinesa por minério de ferro na virada do milênio começava a sinalizar uma possível e significativa melhora, do ponto do referido setor, ainda que envolta em incertezas sobre a sustentabilidade do crescimento chinês.

Nesse contexto, entre 2000 e 2008, o seguimento mineral brasileiro passou por uma centralização de mercado, impulsionada por uma série de aquisições realizadas por grandes mineradoras e grupos siderúrgicos (Rodrigues, 2024). A CVRD, posteriormente renomeada como Vale, liderou esse movimento ao adquirir empresas como Socoimex, Samitri, Ferteco, MBR e Mineração Apolo (Saes, 2017), consolidando seu domínio na produção de minério de ferro, que passou de 48,72% em 1999 para 84,98% em 2007 (Rodrigues, 2024).

Este quadro explica porque, das 64 barragens de rejeito de minério de ferro em Minas Gerais, 32 pertencem à Vale. Embora a empresa não tenha sido responsável pela construção de todas essas estruturas, ela assumiu a responsabilidade por elas à medida que incorporava outras mineradoras aos seus ativos e centralizava a produção regional.

Em contraposição à estagnação mundial e à crise japonesa, a China iniciou um processo de crescimento econômico, tornando-se a segunda maior economia mundial em 2010. Esse crescimento impulsionou a indústria siderúrgica chinesa, que se consolidou como a maior produtora de aço e a maior importadora de minério de ferro. Entre 2000 e 2013, as importações chinesas aumentaram significativamente, passando de 70 Mt anuais para 820 Mt, gerando um "superciclo das commodities" que elevou os preços do minério de ferro (Humphreys, 2015).

Essa prosperidade no setor expandiu a produção de minério de ferro em Minas Gerais, impactando na geração de rejeitos, os quais eram, em sua maioria, depositados em barragens, resultando na ampliação dessas estruturas. Conforme o *Anuário Mineral Brasileiro* (Brasil, 1972-2020), em 2000, Minas Gerais produziu 215,8 Mt de minério bruto e 163,1 Mt de minério beneficiado, gerando 52,7 Mt de rejeito, o que representava uma taxa de geração de rejeito de 24%. Pouco tempo depois, em 2015, ano do rompimento da barragem de Fundão em Mariana, a produção bruta de minério de ferro no estado havia

mais que dobrado, alcançando 440,5 Mt, com 294,9 Mt de minério beneficiado e 145,6 Mt de rejeito, elevando a taxa de geração de rejeito para 33%.

O contexto de prosperidade da primeira década deste milênio sofreu um revés com a crise do *subprime* nos Estados Unidos, que, por sua vez, engatilhou a crise global de 2008 (Pitta, 2020). Essa crise teve impactos na economia mundial, afetando principalmente a China e as mineradoras, o que gerou transformações no mercado de minério de ferro. A mudança nos termos de negociação, como a transição do modelo de precificação de *Benchmark* para *Spot*, refletiram as novas dinâmicas do mercado, com acordos de curto prazo e preços mais voláteis. Embora a demanda pela mercadoria não tenha sofrido uma grande queda, os preços apresentaram oscilações acentuadas a partir de 2008, como consequência da instabilidade econômica global (Humphreys, 2015).

Para lidar com as consequências dessa crise, houve uma intervenção emergencial dos Estados, como a do *Federal Reserve* nos EUA e o aumento do crédito imobiliário na China, o que intensificou o endividamento e a pressão sobre os mercados financeiros. Nesta condição, os preços do minério de ferro, que haviam experimentado um aumento superior a 400% até 2008, tornaram-se instáveis, oscilando próximo aos 200 dólares, entre 2009 e 2011, e abaixo de 100 dólares entre 2014 e 2019 (Rodrigues, 2024).

A partir de 2013, com o declínio da economia mineral, as mineradoras, como Vale e Samarco, por exemplo, passaram por reestruturações produtivas e administrativas para se adaptarem às novas condições do mercado, sobretudo com a queda do preço abaixo da casa dos 100 dólares. A redução de custos e o aumento da produtividade foram imperativos para a manutenção da competitividade das operações, especialmente em Minas Gerais com jazidas de teor de ferro mais baixo e a distância em relação à China que implicava em alto custo de frete. Não obstante, essa reestruturação também resultou em uma gestão mais negligente das barragens, o que pode ter levado à fragilização das estruturas de contenção de rejeito no estado (cf. Rodrigues, 2024).

Ou seja, quando se instaurou a “crise das *commodities*” (Pitta, 2020), a partir de 2013, Minas Gerais enfrentava uma conjuntura caracterizada pela queda contínua no teor de ferro das jazidas, o que se refletia em uma elevação na taxa de geração de rejeitos (conforme demonstrado na Tabela 1). Esses rejeitos, em sua maioria, eram acumulados em barragens, cujas quantidades e dimensões aumentavam ao longo do tempo.

Conforme destacado por Milanez *et al.* (2019) e Bowker e Chambers (2017), além do aumento no volume e no ritmo de geração de rejeitos, a queda no teor de ferro das jazidas tem implicações na gestão dos empreendimentos. Os autores apontam que essa redução do teor de ferro pode impactar os custos operacionais das minas, uma vez que é necessário processar maiores volumes de minério para obter a mesma quantidade de

A GEOGRAFIA HISTÓRICA DAS BARRAGENS DE REJEITO DE MINÉRIO DE FERRO EM MINAS GERAIS, BRASIL

produto comercializável, gerando custos adicionais. Para compensar esse aumento nas despesas, as empresas mineradoras optam frequentemente por cortar custos em áreas como segurança, manutenção e monitoramento das barragens, o que agrava os riscos associados à operação dessas estruturas.

Foi neste contexto que se instaurou, entre 2014 e 2020, uma recorrência de problemas com barragens de rejeito em Minas Gerais que implicaram em diversos impactos sociais e ambientais (cf. Rodrigues, 2024). O primeiro caso dessa série ocorreu ainda em 2014, quando houve o rompimento da Barragem B1 da mineradora Herculano em Itabirito/MG, causando três mortes. No ano seguinte, em Mariana/MG, deflagrou-se um dos maiores desastres socioambientais do país com o rompimento da Barragem de Fundão, além de 19 vítimas fatais. Pouco tempo depois, em 2019, houve um terceiro desastre, neste caso vinculado à Vale S.A., com o rompimento da Barragem I em Brumadinho/MG que vitimou fatalmente 292 pessoas.

Além disso, ao longo dos anos de 2019 e 2020, houve vários casos de transtornos sociais mobilizados pelo risco de rompimento de outras barragens no estado. Por exemplo, na madrugada de 8 de fevereiro de 2019, ou seja, catorze dias após o episódio em Brumadinho/MG, algumas comunidades em Barão de Cocais/MG foram evacuadas às pressas pelo risco de rompimento da Barragem Sul Superior da Vale S.A. Em paralelo, uma situação similar ocorria naquela mesma madrugada em Itatiaiuçu/MG, quando evacuaram as comunidades de Pinheiros, Vieiras e Lagoa das Flores por risco de rompimento da barragem da empresa ArcelorMittal (Rodrigues, 2024).

Ainda entre 2019 e 2020 houve outros casos, como os episódios de evacuação de centenas de pessoas em Nova Lima/MG, Itabirito/MG, Ouro Preto/MG e Barão de Cocais/MG, respectivamente devido aos riscos de rompimento das barragens B3/B4, Forquilhas, Vargem Grande, Doutor e Norte/Laranjeiras, todas vinculadas à Vale S.A. Além desses casos, houve ainda mais algumas situações similares envolvendo outras empresas, como a evacuação de algumas casas em Rio Acima/MG pelo risco de rompimento da Barragem B2-Auxiliar, da Nacional Minério S.A., e na comunidade do Queias, em Brumadinho/MG, devido à insegurança de um complexo de barragens abandonadas pela mineradora falida Emicon (Rodrigues, 2024).

Além das situações de emergência diretamente relacionadas à identificação de anomalias nas estruturas, há também o impacto social provocado pelo medo e pela tensão constante nas populações que vivem a jusante de outras barragens, mesmo quando estas possuem laudos técnicos que atestam sua estabilidade. A recorrência de problemas com essas estruturas jogou luz e enfatizou seu potencial catastrófico, afetando o cotidiano de comunidades que vivem próximas às contenções de rejeitos. Este quadro é marcado por

transtornos como o medo, a sensação de risco permanente com a sinalização e simulações de evacuação, além da desconfiança generalizada em relação ao setor minerário, uma vez que desastres ocorreram com barragens previamente consideradas estáveis. Em cidades como Itabira e Congonhas, onde grandes barragens estão próximas às áreas urbanas, há um clima de tensão que se torna ainda mais evidente. Nessas localidades, moradores de áreas ameaçadas têm buscado indenizações e realocação como formas de proteção diante do temor de novos desastres (Rodrigues, 2024).

Considerações Finais

É importante destacar que esta pesquisa se concentrou especificamente nas barragens de rejeitos de minério de ferro, não abrangendo estruturas associadas à extração de outros minerais, à contenção de água ou aquelas não cadastradas no SIGBM, que também podem representar riscos socioambientais. Ao delimitar o foco de pesquisa na dinâmica de reprodução do capital mineral e seus efeitos sobre a gestão dos rejeitos, outras dimensões importantes sobre o tema ficaram fora do escopo desta análise — como o desenvolvimento da legislação ambiental brasileira a partir do último quartel do século XX ou a origem das técnicas de construção de barragens e suas adaptações ao contexto nacional.¹⁸ Assim, este artigo busca contribuir com uma agenda de pesquisa mais ampla, que compreenda os processos de proliferação dessas estruturas a partir de muitas outras camadas de análise, ainda não plenamente exploradas neste trabalho.

É fundamental reconhecer que qualquer tentativa de regulação ou transformação do setor enfrenta os limites impostos pela própria lógica capitalista, em que a pressão por maximização de lucros e redução de custos frequentemente se sobrepõe a preocupações de ordem social e ambiental. Diante desse contexto, permanece em aberto a questão sobre a viabilidade de haver uma mineração verdadeiramente sustentável, que não reproduza desigualdades e riscos, mas que seja capaz de conciliar desenvolvimento econômico com justiça social e ambiental. Contudo, a geografia histórica da mineração em Minas Gerais, como demonstrado por esta pesquisa, indica que esse equilíbrio pode ser uma contradição insolúvel dentro do paradigma capitalista.

Em resumo, ficou demonstrado que essa dinâmica regional, estabelecida entre 1970 e 2020, marcada pela exploração do itabirito, pelo aumento na geração de rejeitos e

¹⁸ Um ponto possível a ser explorado em pesquisas futuras diz respeito à substituição da construção de novas barragens pelo crescimento verticalizado das estruturas já existentes, por meio de sucessivos alteamentos. Essa estratégia atende à pressão por aumento da capacidade produtiva e evitou a ocupação de novas áreas, mas também resultou no aumento significativo da altura, do volume e da massa de rejeitos acumulados. Como consequência, ampliou-se o potencial de risco associado a essas estruturas em caso de rompimento. Trata-se de uma dimensão técnica e histórica da engenharia de barragens que, embora não aprofundada neste trabalho, merece atenção em outras investigações sobre o tema.

A GEOGRAFIA HISTÓRICA DAS BARRAGENS DE REJEITO DE MINÉRIO DE FERRO EM MINAS GERAIS, BRASIL

sua alocação em barragens, resultou em um acúmulo progressivo de resíduos e na expansão dessas estruturas. Esse processo culminou na formação de diversos problemas socioambientais, cujos impactos se agravaram a partir de 2014, concomitantemente à crise do setor mineral. O potencial catastrófico desse modelo ficou ainda mais evidente nos desastres de Itabirito (2014), Mariana (2015) e Brumadinho (2019), além da recorrência de outros problemas como deslocamentos compulsórios de comunidades e pessoas atingidas, demonstrando que a questão das barragens permanece urgente.

Para concluir, afirmamos que este artigo buscou desnaturalizar a presença, a magnitude e a quantidade de barragens de rejeito de minério de ferro em Minas Gerais, visto que essas estruturas e os transtornos socioambientais a elas associados não são meramente decorrentes da abundância mineral na região. Embora as características geológicas locais tenham influenciado a reestruturação da atividade mineradora, as escolhas administrativas, pautadas na busca pela alternativa mais econômica para a alocação dos resíduos, foram fundamentais para a consolidação desse modelo de gestão do rejeito. Em paralelo, essas decisões se deram em um contexto de acirramento da concorrência inter-regional no mercado global de minério de ferro, combinado às pressões políticas locais para mitigar a poluição hídrica.

Referências

- ANDRADE, Carlos Drummond. A nova (possível) idade do ouro. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, 22 dez. 1977.
- ÁVILA, Joaquim Pimenta et al. Segurança de barragens de rejeitos no Brasil: avaliação dos acidentes recentes. **Geotecnia**, n. 152, p. 435-464, 2021.
- BOWKER, Lindsay Newland; CHAMBERS, David M. In the dark shadow of the supercycle tailings failure risk & public liability reach all time highs. **Environments**, v. 4, n. 4, p. 75, 2017.
- BRASIL. Agência Nacional de Mineração (ANM). **Sistema Integrado de Gestão de Barragens de Mineração** (SIGBM). 2024a Disponível em: <https://bit.ly/492CZ7B>. Acesso em: 15 jul. 2024.
- BRASIL. Agência Nacional de Mineração (ANM). **Resolução ANM nº 95**, de 7 de fevereiro de 2022. 2024b Disponível em: <https://bit.ly/3Zk2vSU>. Acesso em: 02 ago. 2024.
- BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) e Agência Nacional de Mineração (ANM). **Anuário Mineral Brasileiro**: principais substâncias metálicas, 1972-2020.
- BRENNER, Robert. A crise emergente do capitalismo mundial: do neoliberalismo à depressão. **Outubro**, n. 3, 1999.
- COELHO, Tádzio Peters. **Dependência e mineração no quadrilátero ferrífero-aquífero**: o discurso do desenvolvimento minerador e o Projeto Apolo. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

FERNANDES, Francisco Rego Chaves. **Os maiores mineradores do Brasil:** perfil empresarial do setor mineral brasileiro. Brasília, DF: CNPq, 1982.

FREITAS, José Rabelo de. Controle de poluição aquática no sistema de rejeito de concentração de itabirito. **Geologia e Metalurgia**, n. 40, VI Simpósio Brasileiro de Mineração, p. 264-306, 1976.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Diretoria de Tecnologia e Meio Ambiente. **Situação ambiental na RMBH.** Fundação JP, Belo Horizonte, 1976. Disponível em: <https://bit.ly/40W22Hq>. Acesso em: 17 set. 2024.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **O Impacto Ambiental da Mineração de Águas Clara.** Fundação JP, Belo Horizonte, 1977.

HARVEY, David. **Os limites do capital.** São Paulo: Boitempo, 2013

HUMPHREYS, David. **The remaking of the mining industry.** Basingstoke: Palgrave Macmillan, 2015.

IPEA: INSTITUTO DE PESQUISA AVANÇADA. **Diagnóstico dos resíduos sólidos da atividade de mineração de substâncias não energéticas.** Brasília: IPEA, 2012.

KEGLER, Jürgen; JACOBS, Wolfgang. Montangeologische Bearbeitung der Hämatit-Reicherzlagerstätte Fábrica der Ferteco Mineração SA im Eisernen Viereck von Minas Gerais/Brasilien. **Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft**, p. 169-183, 1982.

KURZ, Robert. **O Colapso da Modernização:** da derrocada do socialismo de caserna à crise da economia mundial. São Paulo: Editora Paz e Terra, 1992.

KURZ, Robert. **Com todo vapor ao colapso.** Juiz de Fora: Editora UFJF, 2004.

MAGNO, Lucas; WANDERLEY, Luiz Jardim; IORIO, Gustavo Soares; MILANEZ, Bruno. Territórios corporativos da mineração: barragens de rejeito, reconfiguração espacial e deslocamento compulsório em Minas Gerais – Brasil., **Revista NERA**, v. 26, n. 66, 2023. <https://doi.org/10.47946/rnera.v26i66.9034>.

MARX, Karl. **O Capital:** Crítica da economia política. Livro 1: O processo de produção do capital. Boitempo Editorial, 2017.

MILANEZ, Bruno *et al.* Minas não há mais: avaliação dos aspectos econômicos e institucionais do desastre da Vale na bacia do rio Paraopeba. **Versos - Textos para Discussão PoEMAS**, v. 3, n. 1, p. 1-114, 2019.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **De ferro e flexíveis:** marcas do Estado empresário e da privatização na subjetividade operária. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

PITTA, Fábio. O crescimento e a crise da economia brasileira no século XXI como crise da sociedade do trabalho: bolha das commodities, capital fictício e crítica do valor-dissociação. **Sinal de Menos**, v. 1, n. 14, p. 38-146, 2020.

RODRIGUES, Glauco Bruce. Geografia Histórica. Notas sobre a metodologia. Terra Brasilis. **Revista da Rede Brasileira de História da Geografia e Geografia Histórica**, n. 12, 2019.

RODRIGUES, Thell Victor de Andrade. **Quadrilátero Ferrífero, a região catastrófica:** interpretações sobre a recorrência dos problemas com barragens entre os anos de 2014 e 2020. 2024. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) - Faculdade de Filosofia, Letras

A GEOGRAFIA HISTÓRICA DAS BARRAGENS DE REJEITO DE MINÉRIO DE FERRO EM MINAS GERAIS, BRASIL

e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2024.
doi:10.11606/D.8.2024.tde-20082024-101638. Acesso em: 12 mai. 2025

SAES, Beatriz Macchione. **Comércio ecologicamente desigual no século XXI**: evidências a partir da inserção brasileira no mercado internacional de minério de ferro. 2017. 1 recurso online (213 p.) Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia, Campinas, SP. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/1630593>. Acesso em: 21 outubro de 2024.

SAMARCO e CEPEMAR. **Estudo de Impacto Ambiental (EIA)**. Terceira Pelotização da Samarco em Ponta Ubú. Relatório Técnico. 2004. Disponível em: <https://bit.ly/3Z0IIgn>. Acesso em: 10 de agosto de 2024.

SANDERS FILHO, Ladislau Pereira. **De ribeirinho a atingido**: a luta pela terra da comunidade de Entre Rios, no contexto do Desastre da Samarco. 2019. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. doi:10.11606/D.8.2019.tde-06042021-190833. Acesso em: 12 mai. 2025

SERRA, Cristina. **Tragédia em Mariana**: a história do maior desastre ambiental do Brasil. Editora Record, 2018.

SMIL, Vaclav. **Still the iron age**: iron and steel in the modern world. Butterworth Heinemann, 2016.

SOARES, L. Barragem de Rejeitos. In: **Tratamento de minérios**. 5.ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010. Cap. 19, p. 829-896.

TAKEHARA, L. **Caracterização geometalúrgica dos principais minérios de ferro brasileiros–fração sinter feed**. 2004. 419 f. 2004.

VALE. **Memória da Tecnologia da Mineração em Itabira: Da Hematita ao Itabirito Compacto**. 2016.

VALE. **Nossa história**. Rio de Janeiro, RJ: Verso Brasil, 2012.

Sobre os autores

Thell Rodrigues – Doutorando e mestre em Geografia Humana pela Universidade de São Paulo (USP) e licenciado em Geografia pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Atualmente, é professor no Centro Paula Souza e coordenador da Base Nacional Comum Curricular da Etec Cepam. Integra a diretoria da AGB Seção Local São Paulo (gestão 2024-2026) como membro do coletivo de secretaria e Coordenador de Publicações. As pesquisas concentram-se em Geografia Econômica, Geografia Regional e Geografia Histórica, com destaque para a exploração mineral em Minas Gerais, analisada a partir de um enfoque crítico na modernização e na crise da reprodução social capitalista. **OrcID** – <https://orcid.org/0000-0002-9816-8121>.

Ladislau Pereira Sanders Filho – Graduado em Licenciatura Plena em Geografia pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) (2013), mestre em Geografia Humana pela Universidade de São Paulo (USP) (2019) e atualmente pesquisador de Doutorado em Geografia Humana, também pela Universidade de São Paulo (USP). Pesquisa em geografia

agrária, disputas territoriais e movimentos sociais, reprodução da classe camponesa, agricultura e formação regional sob o desenvolvimento do modo de produção capitalista. Tem estudado o contexto regional da foz do rio Doce, pós-rompimento da barragem de rejeitos de mineração da Samarco, em novembro de 2015, a reparação dos danos e a produção do sujeito atingido. **OrcID** – <https://orcid.org/0009-0007-0484-455X>.

Como citar este artigo

RODRIGUES, Thell; SANDERS FILHO, Ladislau Pereira. A geografia histórica das barragens de rejeito de minério de ferro em Minas Gerais, Brasil. **Revista NERA**, v. 28, n. 3, e10861, jul.-set., 2025. <https://doi.org/10.1590/1806-675520252810861>.

Declaração de Contribuição Individual

As contribuições científicas presentes no artigo “**A geografia histórica das barragens de rejeito de minério de ferro em Minas Gerais, Brasil**” foram construídas em conjunto pelos(as) autores **Thell Rodrigues** e **Ladislau Pereira Sanders Filho**. O autor **Thell Rodrigues** foi o responsável pelas funções conceitualização, curadoria dos dados, análise formal, investigação, metodologia, supervisão e redação (rascunho original, revisão e edição). O segundo autor, **Ladislau Pereira Sanders Filho** foi o responsável pelas funções de análise formal, redação (rascunho original, revisão e edição). Reforçamos que as funções foram aquelas descritas na Taxonomia CRedit (*Contributor Roles Taxonomy*).

Recebido para publicação em 27 de fevereiro de 2025.

Devolvido para revisão em 16 de abril de 2025.

Aceito a publicação em 06 de junho de 2025.

O processo de editoração deste artigo foi realizado por Lorena Izá Pereira e Camila Ferracini Origuela.
