

BARRAGENS DE MINERAÇÃO: EVOLUÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DOS DESASTRES E PROPOSTA DE INVENTÁRIO

MINING DAMS: SPATIO-TEMPORAL EVOLUTION OF DISASTERS AND INVENTORY PROPOSAL

Yan Ribeiro de Almeida Fernandes

Aluno de Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)

Período PIBIC/CETEM: setembro de 2020 a julho de 2021

yan.ralfer@edu.unirio.br

Líllian Maria Borges Domingos

Orientadora, Química Industrial, M.Sc.

LDOMINGOS@cetem.gov.br

Ricardo Gonçalves Cesar

Orientador, Geógrafo, D.Sc. Geoquímica Ambiental

ricardogc.geo@gmail.com

RESUMO

Este trabalho mostra a evolução espaço-temporal dos desastres de barragens de rejeito de mineração no mundo e no Brasil, com o foco na mineração de Fe e analisa comparativamente alguns aspectos das legislações canadense e brasileira. Para tanto, dados oriundos do *Wise Uranium Project* e do Sistema Integrado de Gestão de Barragens de Mineração foram ordenados quanto ao número de desastres de barragens de rejeito no Brasil e no mundo, e com recorte em barragens de rejeito de minério de Fe, e sua *categoria de risco* e *dano potencial*. Os dados apontam que os desastres com barragens no mundo aumentaram na última década e mostram o Brasil como um dos 4 principais países em números de casos. Dentre as 134 barragens de rejeito de minério de Fe inseridas no PNSB, 71% exibem *categoria de risco* baixa e 66% apresentaram *dano potencial* alto. Os resultados realçam a urgência da caracterização física, química, mineralógica e toxicológica prévia dos rejeitos contidos nas barragens para fins ambientais – na forma de um inventário dos constituintes tóxicos presentes nos rejeitos. Este inventário deve ser público e disponibilizado de forma clara, de modo a garantir o “direito de saber” das comunidades locais, contribuir para rápida concepção de estratégias de contenção/remediação de danos, bem como para planos de emergência calcados no prognóstico de impactos à saúde pública, socioculturais e ecológicos.

Palavras chave: disponibilidade de informações, minério de ferro, riscos ambientais.

ABSTRACT

This paper shows the spatio-temporal evolution of tailings dam disasters in the world and in Brazil, with a focus on Fe mining, and comparatively analyzes some aspects of the Canadian and Brazilian legislation. To this end, data from the *Wise Uranium Project* and the Sistema Integrado de Gestão de Barragens de Mineração were sorted as to the number of tailings dam disasters in Brazil and in the world, and focusing on iron ore tailings dams, and their *risk category* and *potential damage*. The data shows that dam disasters in the world have increased in the last decade and shows Brazil as one of the top 4 countries in number of cases. Among the 134 Fe ore tailings dams included in the PNSB, 71% exhibit low *risk category* and 66% showed high *potential damage*. The results highlight the urgency of prior physical, chemical, mineralogical and toxicological characterization of the tailings contained in the dams for environmental purposes - in the form of an inventory of the toxic constituents present in the tailings. This inventory should be public and clearly available to ensure the "right to know" of local communities, to contribute to the rapid design of damage containment/remediation strategies, and to emergency plans based on the prognosis of public health, socio-cultural and ecological impacts.

Keywords: availability of information, iron ore, environmental risks.

1. INTRODUÇÃO

A Lei n.º 12.334 (2010) estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) destinadas ao/à: estoque de água para quaisquer usos; disposição de rejeitos; acumulação de resíduos industriais – criando o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens, cuja função é o registro informatizado das condições de segurança de barragens em todo o território nacional; e incumbiu ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos a competência de definir os critérios de classificação das barragens por categoria de risco, dano potencial e volume. O rompimento de algumas barragens e principalmente o rompimento das barragens de rejeito de mineração de ferro, de Fundão, das empresas SAMARCO/ BHP Billiton e VALE S.A em Mariana (MG), em 2015, e da Barragem I (B1), da VALE S.A, em Brumadinho (MG), em 2019, reacendeu as discussões sobre a segurança das barragens de mineração. Como consequência do rompimento da B1, foram publicados novos documentos relacionados à legislação da mineração, tais como os listados no *Vade Mecum* de Barragens (FERRARA et al.; 2021).

O prognóstico do risco de rompimento de barragens é fundamental à minimização dos impactos ambientais, otimização dos gastos com remediação (RICO et al., 2008). A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (em 1992, no Rio de Janeiro) reafirmou o direito das comunidades e dos trabalhadores de conhecer o risco químico ao qual estão potencialmente expostos – com base na confecção de inventários químicos - para atender o “direito de saber” (*Right-to-know*). Tais informações têm sido organizadas por alguns países mineradores, entre eles, o Canadá, que implementou o *National Pollutant Release Inventory* (NPRI) que rastreia a liberação de até 176 diferentes substâncias químicas para o meio ambiente, incluindo seu descarte ou transferência para reciclagem. Dessa forma, garante-se às comunidades o direito de (re)conhecer o risco químico e toxicológico associado à barragem, sendo que essas informações são cruciais ao delineamento de planos de contingência em casos de rompimento.

2. OBJETIVOS

Analisar a evolução espaço-temporal dos desastres com barragens de mineração no Brasil e no mundo, com foco nas barragens de mineração de ferro – e comparar alguns aspectos das legislações canadense e brasileira, em especial acerca dos inventários de substâncias tóxicas em barragens de rejeitos.

3. METODOLOGIA

Realizou-se um levantamento bibliográfico acerca de artigos que abordassem desastres com barragens de rejeitos de minérios em geral, e sobretudo de minério de ferro - ao redor do mundo e no Brasil. Paralelamente, foi realizada a organização de dados brutos das informações disponibilizadas no *Chronology of Major Tailings Dam Failures* do site *Wise Uranium Project* (<https://www.wise-uranium.org/mdaf.html>) - projeto integrante do *World Information Service on Energy*. A partir da quantificação desses dados, em planilha Excel, as informações foram temporalmente ordenadas quanto ao número de desastres de barragens de rejeito de mineração no mundo (por país), separados por décadas e foi realizado um recorte para o Brasil e para o minério de ferro.

Outro banco de dados utilizado foi o Sistema Integrado de Gestão de Barragens de Mineração (SIGBM) (<https://app.anm.gov.br/SIGBM/Publico/GerenciarPublico>) com as informações sobre as barragens registradas hoje no Brasil e inseridas na Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB). Em planilha Excel, foi realizada a quantificação dos dados qualitativos disponibilizados pela ANM, referentes à *categoria de risco* e *dano potencial*. Essas informações foram organizadas quanto ao número de barragens de rejeito de minério de Fe em relação a essas classificações. A *categoria de risco* considera os aspectos geotécnicos da barragem de suma relevância na ocorrência de rompimentos. O *dano potencial* se refere aos impactos sociais, econômicos, ambientais e perda de vidas humanas decorrentes do rompimento ou mau funcionamento de uma barragem (vazamento, infiltração no solo, etc.) independentemente da sua probabilidade de ocorrência.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento aponta que, ao longo dos anos, os desastres com barragens de rejeitos de mineração exibem tendência de aumento ao redor do mundo (Figura 1A), com maior frequência na última década. Os países que apresentaram o maior número de desastres com barragens de rejeito entre 1980 e 2020 (Figura 1B) são: EUA, China, Chile e Brasil, que, somados, representam quase metade dos 73 que ocorreram no mundo, no período analisado.



Figura 1. Número de desastres com Barragens de Rejeito no Mundo (A); Países com maior frequência, entre 1961 e 2020 (B).

No Brasil, a partir dos anos 2000, a frequência de desastres aumentou (Figura 2A). Dentre as barragens colapsadas, metade eram de rejeitos de minério de Fe (Figura 2B). Entre as 134 barragens de rejeitos de minério de Fe, inseridas no PNSB, 71% apresentam *categorias de risco* baixa, enquanto que 5% apresentam um risco médio, e 24% exibem risco alto (Figura 3A). Analisando o *dano potencial* dessas mesmas barragens (Figura 3B), observa-se que a maior parte delas (66%) apresenta um alto *dano potencial*. Em um eventual rompimento, podem causar graves danos ambientais e socioeconômicos. Entretanto, das informações disponíveis ao público sobre a classificação de *dano potencial* a que se refere o PNSB, não constam a caracterização química e mineralógica dos rejeitos estocados nas barragens. É possível que tal fato seja consequência de uma, falta de exigência da ANM às mineradoras para caracterizar os constituintes tóxicos contidos nos rejeitos de barragens, ou que tais informações sejam fornecidas, mas não estejam disponíveis para o público em geral. Ainda, há poucas publicações com foco em caracterizações de rejeitos para fins ambientais – cujos trabalhos geralmente ocorrem somente após o rompimento. Estudos de caracterização são, em sua maioria, voltados para reaproveitamento dos rejeitos de barragens, e não para avaliação do risco ecológico e à saúde humana, tornando extremamente importantes as pesquisas relacionadas a este tema.

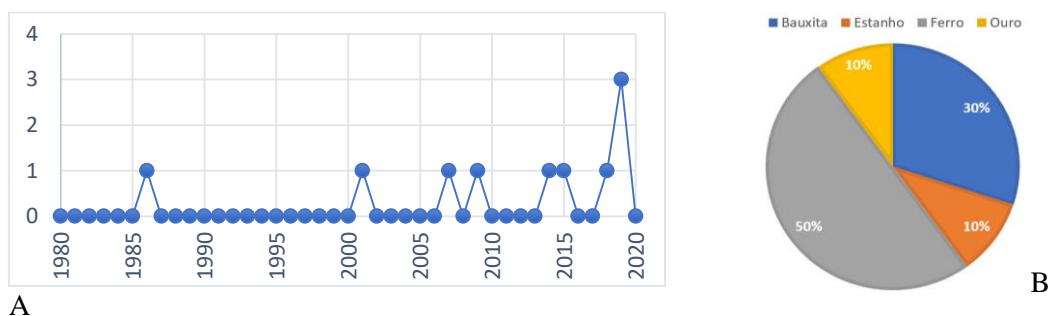


Figura 2. Histórico de desastres com Barragens de Rejeito no Brasil (1980-2020) (A) e tipos de minérios das barragens rompidas no Brasil (n = 10; 1980-2020) (B).

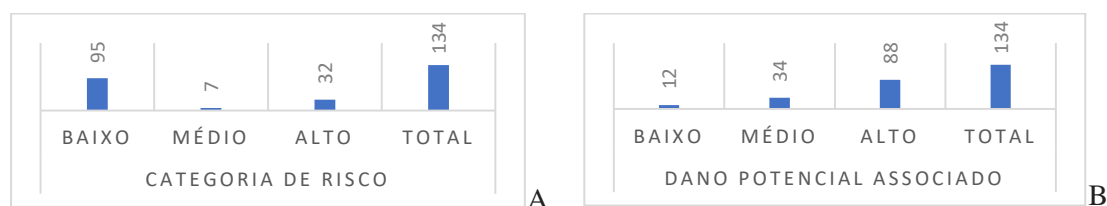


Figura 3. Número de barragens de rejeito de minério de ferro por categoria de risco (A) e por dano potencial (B)

A identificação e quantificação prévia de substâncias tóxicas nos rejeitos de barragem é fundamental, incluindo seu percentual em termos de massa e volume da barragem. Com essas informações, é possível, utilizando a avaliação de riscos ambientais (USEPA, 1989) identificar os poluentes críticos e prioritários, cujas estratégias e custos de remediação são diferenciadas de acordo com a substância/elemento tóxico em questão e características da população exposta. Assim, inventários dos constituintes químicos de rejeitos contidos em barragens pode viabilizar a realização de avaliações toxicológicas prognósticas de efeitos ao ecossistema e à saúde humana. Este tipo de informação é crucial a planos de contingência e de prevenção de danos em cenário de colapso da barragem, bem como é essencial à gestão dos custos ambientais de recuperação. Tendo em vista que a incidência de desastres com barragens de rejeito de minérios, no mundo e no Brasil tem aumentado ao longo das décadas, torna-se urgente o delineamento de estratégias voltadas a prevenção e mitigação de impactos oriundos de um rompimento eventual dessas estruturas geotécnicas. Para tanto, é imperativo conhecer previamente a composição física, química, mineralógica e toxicológica dos rejeitos contidos nas barragens (ou seja, anterior ao rompimento) – na forma de um inventário (quantitativo e qualitativo) dos constituintes tóxicos presentes nos rejeitos. Tais informações devem ser totalmente públicas e disponibilizadas de forma “amigável” na internet, visando garantir o “direito de saber” das populações vulneráveis/expostas a estes rompimentos. No Canadá, inventários deste tipo têm sido sistematizados e, dessa forma, podem servir de base para o Brasil, complementando o inventário de *categoria de risco* e de *dano potencial* disponibilizado pelo SIGBM.

Conhecer o risco químico e (eco)toxicológico associados a contaminantes ambientais é um direito concedido às populações de diversos países, a exemplo do Canadá que garante o “direito de saber” em relação as barragens instaladas em território nacional. Este tipo de inventário poderia servir de exemplo para o Brasil, haja vista que o inventário de *categoria de risco* e *dano potencial* de barragens, disponibilizado pela ANM na Internet, não reporta os tipos de poluentes presentes nas barragens. Além disso, quanto ao *dano potencial*, a ANM não expõe de forma clara em seu website os indicadores utilizados para mensurar os danos socioeconômicos e ambientais desses rejeitos em casos de rompimentos ou mau funcionamento da barragem.

5. CONCLUSÕES

Os desastres com barragens de rejeitos de mineração exibem tendência de aumento ao redor do mundo (Figura 1A), com maior frequência na última década. O Brasil é um dos 4 países onde mais ocorreram rompimentos de barragens e a mineração de ferro é responsável por mais de 50% destes eventos. A criação de inventário no Brasil teria um papel fundamental para o dimensionamento prévio dos impactos sobre a saúde humana, socioculturais e ecológicos. Para tanto, é imprescindível que caracterizações dos rejeitos voltadas a fins ambientais sejam realizadas e/ou disponibilizadas, periodicamente e de forma clara, para todos os públicos, viabilizando a execução de estudos envolvendo a simulação de cenários de rompimentos e de quantificações dos riscos agudos e crônicos, ecológicos e humanos – cujas informações as comunidades potencialmente afetadas têm o “direito de saber”.

6. AGRADECIMENTOS

O autor gostaria de agradecer ao CNPq pela bolsa concedida. Também gostaria de agradecer aos orientadores Lillian Domingos e Ricardo César pela orientação e Zuleica Castilhos pelas sugestões recebidas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FERRARA, M.; BARROS, T.; MIRANDA, P. **Vade Mecum de Barragens [livro eletrônico]: Barragens de rejeitos, de água, de energia elétrica e de uso diversos.** 2 ed. Belo Horizonte, MG, 2021

MARSHALL, J. **Tailings dam spills at Mount Polley and Mariana: Chronicles of Disasters Foretold.** Canadian Centre for Policy Alternatives, 2018.

RICO, M.; Benito, G. R.Salgueiro, A. R.; Díez-Herrero, A.; H.G.Pereira, H. G.; **Reported tailings dam failures: a review of the European incidents in the worldwide context.** *Journal of hazardous materials* 152.2 (2008): 846-852.

USEPA; United States Environmental Protection Agency. Risk Assessment Guidance for Superfund, 1989. V.I: Human Health Evaluation Manual.