

OS POLUENTES E A TOXICIDADE DOS REJEITOS DE MINERAÇÃO DE FERRO: EFEITOS DO ROMPIMENTO DAS BARRAGENS EM MARIANA E BRUMADINHO-MG

Química Ambiental

Jocimara Camargo da Silva¹
Carolina Carneiro de Freitas Scaquetti²
Leonardo S. Graziera³
Renata Kelly Mendes⁴
Regina Marcia Longo⁵

Resumo

A mineração é atividade que envolve a retirada e a separação mineral do meio ambiente, originando duas frações: o metal de interesse que segue para fins econômicos e os rejeitos, dispostos em barragem. Existem vários métodos de deposição dos rejeitos de mineração, entretanto, o maior custo dos métodos mais seguros faz com que, muitas vezes, as empresas assumam altos riscos de segurança. Como exemplo, cita-se os eventos ocorridos, em Mariana e Brumadinho, Minas Gerais, de rompimento das barragens dos rejeitos de mineração, acarretando em grandes danos ambientais e sociais. O objetivo deste trabalho foi por meio de uma revisão bibliográfica, apresentar alguns dos poluentes presentes nos rejeitos de mineração de ferro e os seus efeitos ao meio ambiente e, de modo breve, discorrer sobre a toxicidade à população exposta, dando-se enfoque nos eventos citados. A busca pelos trabalhos foi realizada utilizando-se as plataformas Periódico CAPES e Google Acadêmico. Os efeitos da dispersão dos rejeitos no meio aquático envolvem alterações em suas características, de modo que prejudica a sobrevivência da biota presente. Ainda, o processo de bioacumulação e a exposição contínua pode levar os contaminantes metálicos até o organismo humano, de forma a provocar efeitos adversos devido a intoxicação. Conclui-se que as barragens utilizadas como depósito dos rejeitos oriundos do processo de beneficiamento do ferro usualmente construídas podem apresentar falhas, podendo causar danos irreparáveis ao meio ambiente e à população exposta.

Palavras-chave: Acidentes ambientais; Deposição de rejeito; Poluentes metálicos.

¹Aluna do curso de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias. Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana. jocimaramcamargo@gmail.com

²Aluna do curso de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias. Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana. carolinacfreitas@hotmail.com

³Aluno do curso de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias. Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana. lenardograzira@gmail.com

⁴Profª Drª. Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias. Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana. renatavalente@puc-campinas.edu.br

⁵Profª Drª. Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias. Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana. regina.longo@puc-campinas.edu.br

INTRODUÇÃO

O processo de mineração envolve a retirada de minerais das minas subterrâneas, sendo necessário a separação do mineral de interesse. Após a separação, obtém-se duas frações: a com o mineral enriquecido que segue para fins econômicos, e a fração de rejeito que segue para uma barragem de contenção onde fica depositada (MUNIZ; OLIVEIRA-FILHO, 2006). A composição do rejeito varia de acordo com o tipo de metal beneficiado, bem como os reagentes utilizados para tal fim (CARDOZO; PIMENTA; ZINGANO, 2016).

Os métodos mais seguros de deposição dos rejeitos gerados por mineradoras envolvem um maior custo, fazendo com que, muitas vezes, as empresas assumam o alto risco de segurança e até mesmo, a violação dos direitos humanos. Como exemplo, cita-se os eventos ocorridos em Mariana e Brumadinho, ambas em Minas Gerais. Em Mariana, no dia 5 de novembro de 2015, ocorreu o rompimento da barragem de rejeitos Fundão, causando grandes danos ambientais e sociais. Pouco mais de três anos depois, aconteceu o rompimento da barragem de rejeitos da Mina do Feijão, em Brumadinho, causando, junto aos danos ao meio ambiente e social, a sensação de perplexidade e impotência por parte da população, afinal, tais eventos possuem responsáveis institucionais e individuais, fornecendo-os um caráter criminoso e não de desastre (HELLER, 2019).

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar alguns dos poluentes presentes em rejeitos de mineração de ferro, bem como seus efeitos sobre o meio ambiente e, de modo breve, a toxicidade nas pessoas expostas, dando-se enfoque nos eventos de rompimento das barragens de mineração em Mariana e Brumadinho-MG.

METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido através de uma revisão bibliográfica utilizando-se as plataformas Periódico CAPES (campo Assunto) e Google Acadêmico para a busca. Utilizou-se as palavras-chave: mineração de ferro, mineração de ferro química, barragens de mineradoras de ferro, tipos de barragens, toxicidade ferro, toxicidade rejeitos mineração de ferro, ferro meio aquático. Não foi estipulado margem de data na busca,

entretanto, as referências mais atuais foram preferidas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à constituição dos sedimentos da Barragem de Germano, da Samarco Mineração S.A., em Mariana-MG, Pires *et al.* (2003) constataram uma maioria de ferro, seguido por dióxido de silício e alumínio. Nos testes de solubilidade e lixiviação foram encontrados os elementos-traços: cromo, cádmio, chumbo, manganês, ferro e sódio, sendo o sedimento classificado como inerte. O resíduo da mineração de ferro apresenta características de adsorção de metais em sua superfície, podendo atuar como barreira efetiva para diversos metais. No entanto, mudanças no meio, como no pH, podem alterar esta capacidade (BASÍLIO *et al.*, 2005). Desta forma, considerando-se o rompimento de uma barragem de mineração de ferro, as propriedades dos rejeitos, assim como as interações com o ambiente, passam ser de difícil determinação.

Silva, Cunha e Viglio (2016) realizaram análises de água e sedimento dos rios ao redor da barragem do Fundão da mineradora Samarco em Mariana-MG, após seu rompimento. Foram associados ao rejeito de mineração os valores elevados do ferro e manganês, alta turbidez e baixo nível oxigênio dissolvido. De modo similar, Cyrne *et al.* (2020), realizaram análises na água do rio Paraopeba após o rompimento da Barragem Mina Córrego do Feijão, Brumadinho-MG, e verificaram valores acima do permissível para alumínio e ferro dissolvido, assim como para manganês e níquel total. Em meio aquático, a introdução de tais rejeitos pode alterar as características fundamentais para a sobrevivência da biota que o habita.

Por meio da bioacumulação os poluentes metálicos podem ser transferidos ao homem, uma vez que a concentração de tais metais nos organismos aquáticos pode ser várias grandezas acima da concentração encontrada na água (CARMO; ABESSA; NETO, 2011; CYRNE *et al.*, 2020). Já sobre a contaminação do solo, embora este apresente a característica de imobilização metálica, a dinâmica dos metais neste composto é difícil ser determinada, já que é dependente de diversos fatores, como o tipo de matéria orgânica que o constitui. Desta forma, a barreira natural fornecida pelo solo nem sempre é eficaz (MUNIZ; OLIVEIRA-FILHO, 2006; SOUZA; MORASSUTI; DEUS, 2018).

A exposição funcional ao arsênio, cádmio e cromo está relacionada à efeitos adversos como as lesões da pele até quadros clínicos graves, entre outros (MUNIZ; OLIVEIRA-FILHO, 2006). O ferro é um mineral essencial para o funcionamento do organismo humano, no entanto, uma alta concentração pode torná-lo um mineral tóxico (GROTTO, 2008; BRASIL, 2013). Em Brumadinho, após o rompimento da barragem os moradores apresentaram sintomas de intoxicação como vômitos e náuseas. Ainda, deve ser considerada a influência de tal evento no bem-estar psíquico da população. No dia do rompimento da barragem de Brumadinho, a Unidade Básica de saúde da cidade vizinha realizou atendimento para mais de 80 pessoas com pressão alta por conta da ansiedade e nervosismo (SUDRÉ; PINA, 2019).

Por fim, ressalta-se que, muitos dos danos provocados pelo rompimento das barragens são irreparáveis. Entretanto, é necessário considerar ações para a recuperação ou diminuição dos danos ao socioambiental, bem como avaliar as falhas existentes no sistema e suas reparações.

CONCLUSÕES

As barragens utilizadas como depósito dos rejeitos oriundos do processo de beneficiamento do ferro usualmente construídas podem apresentar falhas, podendo causar danos irreparáveis ao meio ambiente, bem como à população exposta. Como exemplo, cita-se os eventos do rompimento das barragens de rejeito do Fundão, em Mariana, e Mina Córrego do Feijão, em Brumadinho, Minas Gerais. Desta forma, o rompimento das barragens implicou na dispersão de todos os seus componentes no ambiente. As consequências foram avaliadas através de análises na água e no solo, constatando-se valores elevados de ferro, manganês, além de baixos níveis de oxigênio dissolvido. Outro fator preocupante é a bioacumulação que favorece a transferência desses poluentes ao homem, que pode passar a sentir vários efeitos adversos.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 (J.C.Silva).

REFERÊNCIAS

- BASÍLIO, M. S. *et al.* Adsorção de As, Cu, Pb e Cr na avaliação da capacidade de fixação de metais por resíduo de mineradoras de ferro. *Quim. Nova*, v. 28, n. 5, p. 822-828, 2005.
- BRASIL. Ministério da saúde. Sobrecarga de ferro. Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas. Portaria SAS/MS no 1.324, de 25 de novembro de 2013.
- CARDOZO, F. A. C.; PIMENTA M. M.; ZINGANO, A. C. Métodos construtivos de barragens de rejeitos de mineração – uma revisão. *HOLOS*, v. 08, p. 87-85, 2016.
- CARMO, A. C.; ABESSA, D. M.S.; NETO, J. G. M. Metais em águas, sedimentos e peixes coletados no estuário de São Vicente-SP, Brasil. *O Mundo da Saúde*, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 64-70, 2011.
- CYRNE, R. C. O. *et al.* Remoção de Metais Pesados da Água do Rio Paraopeba após o Rompimento da Barragem Mina Córrego do Feijão. *Braz. J. of Develop.*, Curitiba, v. 6, n. 3, p. 10371-10379, 2020.
- GROTTO, H. Z. W. Metabolismo do ferro: uma revisão sobre os principais mecanismos envolvidos em sua homeostase. *Rev. Bras. Hematol. Hemoter.*, v. 30, n. 5, p. 390-397, 2008.
- HELLER, L. Desastres de mineração e saúde pública no Brasil: lições (não) aprendidas. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 35, n. 5, e 00073619, 2019.
- MUNIZ, D.H.F.; OLIVEIRA-FILHO, E.C. Metais pesados provenientes de rejeitos de mineração e seus efeitos sobre a saúde e o meio ambiente. *Universitas: Ciências da Saúde*, v. 4, n. 1 / 2, p. 83-100, 2006.
- PIRES, J. M. M. *et al.* Potencial poluidor de resíduo sólido da Samarco Mineração: estudo de caso da barragem de Germano. *Sociedade de Investigações Florestais*, v.27, n.3, p.393-397, 2003.
- SILVA, C. R.; CUNHA, F. G.; VIGLIO, E. P. Rompimento da barragem de mineração de ferro em Mariana-Minas Gerais, Brasil: impactos físico-químicos. In: III Congresso da Sociedade de Análise de Risco Latino Americana, IPT, São Paulo, 2016.
- SOUZA, A. K. R; MORASSUTI, C. Y.; DEUS, W. B. Poluição do ambiente por metais pesados e utilização de vegetais como bioindicadores. *Acta Biomedica Brasiliensia*, v. 9, n. 3, 2018.
- SUDRÉ, L.; PINA, R. Moradores de Brumadinho expostos à lama começam a apresentar sintomas de contaminação, *Feridas da Vale*, 02 de Fev. de 2019.