

Remoção de Metais Pesados da Água do Rio Paraopeba após o Rompimento da Barragem Mina Córrego do Feijão**Heavy Metal Removal from Paraopeba River Water after Dam Collapse Mina Córrego do Feijão**

DOI:10.34117/bjdv6n3-060

Recebimento dos originais: 29/02/2020

Aceitação para publicação: 05/03/2020

Rafael Cesar de Oliveira Cyrne

Engenheiro Ambiental

Centro Universitário de Volta Redonda - UniFOA
Av. Major Aníbal, 518, Santa Cruz - Volta Redonda - RJ
E-mail: rafaelcyrne@gmail.com

Renata Alvarenga Sales

Engenheira Ambiental

Centro Universitário de Volta Redonda - UniFOA
Rua Rui Barbosa de Oliveira, 110 apt 902, Aterrado, Volta Redonda - RJ
E-mail: renata.asales@hotmail.com

Marina Jardim Faria de Araujo

Mestranda em Engenharia Ambiental e Sanitária
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Rua Dezoito-B, 43, sala 104, Vila Santa Cecília, Volta Redonda - RJ
E-mail: marinajardimfdearaujo@gmail.com

Marcus Vinicius Faria de Araujo

Mestre em Planejamento Energético

Centro Universitário de Volta Redonda - UniFOA
Rua Dezoito-B, 43, sala 104, Vila Santa Cecília, Volta Redonda - RJ
E-mail: marcusvinicius@vwa.com.br

RESUMO

O rompimento da barragem de Brumadinho, em 25 de janeiro de 2019, resultou em um dos maiores desastres com rejeitos de mineração no Brasil. Tais rejeitos que vazaram da mina Córrego do Feijão, da Vale, avançaram pelo Rio Paraopeba, que abastece uma mancha urbana de cerca de 3 milhões de pessoas. Materiais presentes no material da barragem rompida, como Ferro, Manganês, Alumínio e Níquel, podem prejudicar os usos preponderantes a partir da contaminação da água. Nesse sentido, este trabalho visa um estudo de tratabilidade a partir de um filtro de carvão ativado, resina catiônica e zeólita, em três taxas diferentes, para a remoção de metais pesados presentes na água deste Rio. Na taxa de 5 m³/m².h observa-se a remoção de 100% do Alumínio, 100% do Ferro, 98,3% do Manganês e 66,7% do Níquel. Na taxa de 10 m³/m².h observa-se a remoção de 100% do Alumínio, 100% do Ferro, 98,3% do Manganês e 33,4% do Níquel. Na taxa de 15 m³/m².h

observa-se a remoção de 100% do Alumínio, 100% do Ferro, 100% do Manganês, 100% do Níquel. A eficiência do filtro se mostrou elevada nas três taxas testadas, mostrando a potencialidade destes materiais.

Palavras-Chave: Brumadinho, Rejeitos de Mineração, Filtro de Carvão Ativado, Filtro de Zeólita, Filtro de Resina Catiônica.

ABSTRACT

The Brumadinho dam collapse on 25 January 2019 resulted in one of the largest mining tailings disasters in Brazil. Such tailings that leaked from Mina Córrego do Feijão, advanced along the Paraopeba River, which supplies an urban area of about 3 million people. Materials present in ruptured dam material, such as Iron, Manganese, Aluminum and Nickel, can impair overriding uses from water contamination. In this sense, this work aims a study of treatability from a activated carbon filter, cationic resin and zeolite, at three different rates, for the removal of heavy metals present in the water of this river. At the rate of 5 m³ / m².h The removal of 100% of Aluminum, 100% of Iron, 98.3% of Manganese and 66.7% of Nickel is observed. In the 10 m³ / m².h there is the removal of 100% Aluminum, 100% Iron, 98.3% Manganese and 33.4% Nickel. In the 15 m³ / m².h there is the removal of 100% Aluminum, 100% Iron, 100% Manganese, 100% Nickel. The filter efficiency was high in the three tested rates, showing the potential of these materials.

Keywords: Brumadinho, Mining Tailings, Activated Carbon Filter, Zeolite Filter, Cationic Resin Filter

1 INTRODUÇÃO

A mineração de substâncias metálicas acompanhou o desenvolvimento do Brasil desde a época da Colônia. A procura por metais preciosos, principalmente o ouro por parte dos bandeirantes, culminaram novos caminhos para a interiorização do país. À medida que aumentavam a ocupação territorial e o conhecimento sobre novas tecnologias, novos depósitos minerais foram descobertos e alguns metais - como o ferro e o manganês - passaram a ser vistos com um maior interesse (ANM, 2018).

Atualmente, de acordo com o Anuário Mineral Brasileiro de 2018, o valor da produção comercializada das onze principais substâncias metálicas – Alumínio, Cobre, Cromo, Estanho, Ferro, Manganês, Nióbio, Níquel, Ouro, Vanádio e Zinco – totalizou mais de 88 bilhões de reais, com destaque para as produções dos estados do Pará e de Minas Gerais, que obtiveram 90% deste valor, e para o minério de ferro, responsabilizado por mais de 71% do valor total.

É certo que a exploração de minério gera preocupações na esfera ambiental. Tais preocupações estão diretamente relacionadas a instabilidades de barragens de rejeitos da

mineração, aos desafios encontrados pelo sistema de fiscalização ambiental do país, e, principalmente, aos impactos negativos sob a esfera social e sob os diversos aspectos ambientais (RAMOS *et al.*, 2017).

Dentre tais aspectos ambientais tem-se a depreciação qualitativa dos corpos hídricos próximos a estas mineradoras, os quais possuem diversos usos preponderantes para o desenvolvimento socioeconômico das cidades circunvizinhas. Sabe-se que tais corpos d'água, uma vez depreciados por contaminação de lamas de rejeitos provenientes de rompimento de barragens ratificam um descumprimento do que se tem como direito do cidadão brasileiro em termos de desfrutar de um “meio ambiente ecologicamente equilibrado”, direito este que está contido no artigo 225 da Constituição Federal de 1988.

O caso do rompimento da barragem da Mina Córrego do Feijão, ocorrido em 25 janeiro de 2019 no município de Brumadinho-MG, dispensou 12 milhões de metros cúbicos de rejeitos de mineração, vitimou centenas de trabalhadores e moradores locais, além de ter levado a interrupção do consumo da água do Rio Paraopeba

2 METODOLOGIA

2.1 COLETA DE AMOSTRAS

Para a coleta das amostras (Figura 1) realizada em maio de 2019, estabeleceu-se um ponto de amostragem no município de São Joaquim de Bicas, 5 km à jusante da captação da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) e 24,8 km à jusante da Barragem B1 da mina Córrego do Feijão. Foram utilizados recipientes plásticos de seis litros, posteriormente armazenados em um freezer.

Figura 1 - Trecho de acesso às margens do Rio Paraopeba



Fonte: Os autores (2019).

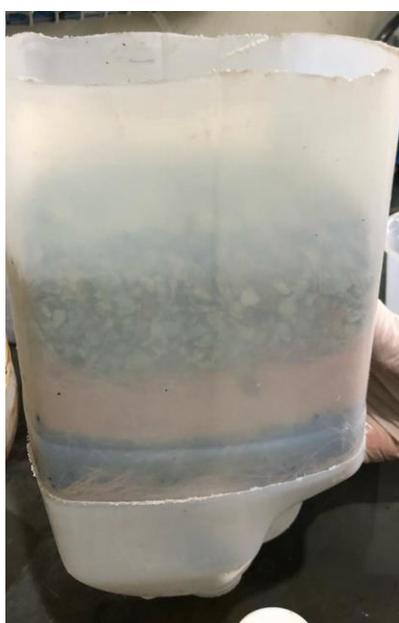
2.2 OS ASPECTOS TOXICOLÓGICOS ANALISADO

Para a qualificação da água do Rio Paraopeba foram avaliados os seguintes parâmetros: Alumínio Dissolvido, Ferro Dissolvido, Manganês e Níquel Total.

2.3 ENSAIOS DE TRATABILIDADE

Foi realizado ensaios de tratabilidade a nível de bancada para indicar a melhor taxa de remoção de metais. No filtro utilizou-se na camada inferior 360 cm³ de carvão ativado, 360 cm³ de resina catiônica e 360 cm³ de zeólita, conforme ilustra a Figura 2.

Figura 2 - Filtro utilizado para remoção de metal pesado.
De baixo para cima: carvão ativado, resina catiônica e zeólita.



Fonte: Os autores (2019).

Os testes foram feitos em três taxas de filtração: 5, 10 e 15 m³/m².h. O volume inicial foi de 1200 mL diferenciando apenas o tempo de passagem do fluxo de água pelo filtro, sendo, respectivamente 60, 30 e 20 segundos. Coletou-se o filtrado de cada taxa, fazendo a identificação de cada amostra para as análises laboratoriais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A água do Rio Paraopeba foi caracterizada conforme os seguintes parâmetros: Alumínio Dissolvido, Ferro Dissolvido, Manganês e Níquel apresentados na tabela 1. Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados são as médias das leituras.

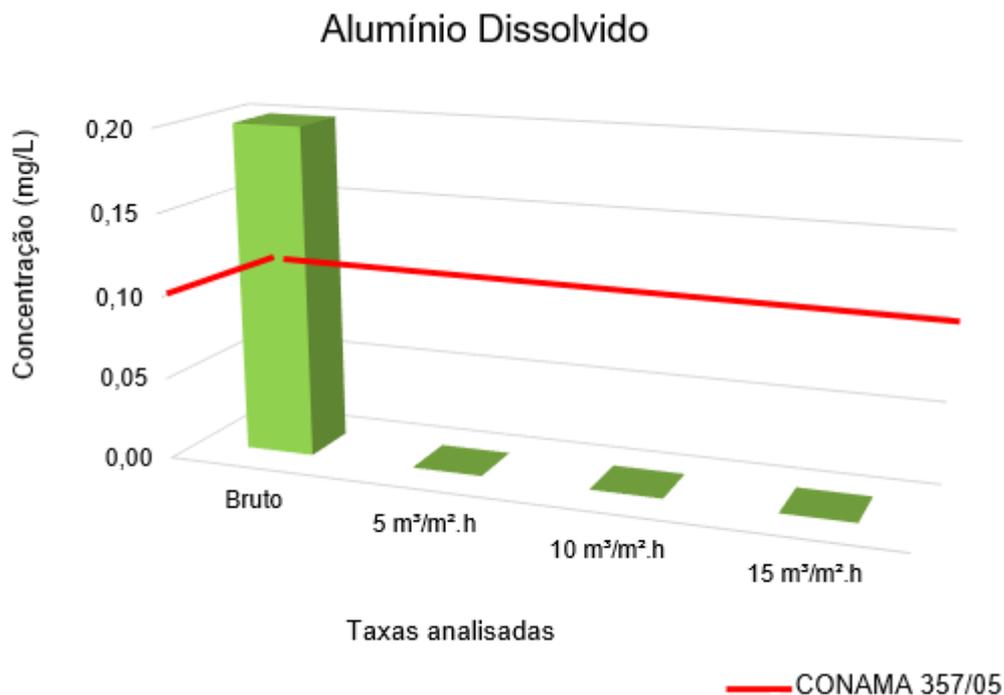
Tabela 1 - Caracterização físico-química da água do Rio Paraopeba.

Parâmetro	Valor	CONAMA 357/05
Alumínio Dissolvido	0,20 mg/L	0,10 mg/L
Ferro Dissolvido	3,00 mg/L	0,30 mg/L
Manganês	3,00 mg/L	0,10 mg/L
Níquel Total	0,006 mg/L	0,025 mg/L

Constata-se que os valores obtidos encontram-se acima do que preconiza a Resolução CONAMA 357/05 para todos os parâmetros analisados.

A Figura 3 apresenta a redução do alumínio dissolvido em função das taxas estudadas. Observa-se que para as três taxas, houve a remoção de 100% do Alumínio.

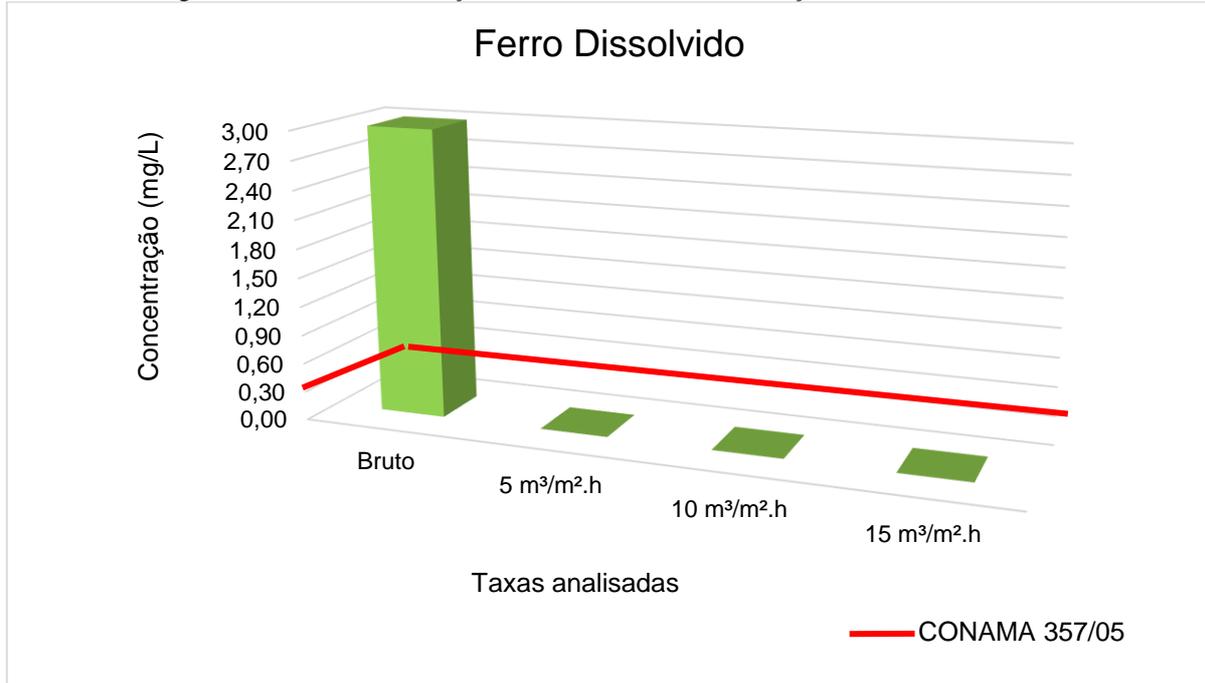
Figura 3 - Gráfico de Remoção do Alumínio Dissolvido em função das taxas analisadas.



Fonte: Os autores (2019).

A Figura 4 apresenta a redução de ferro dissolvido em função das taxas estudadas. Observa-se que para as três taxas, houve a remoção de 100% do Ferro.

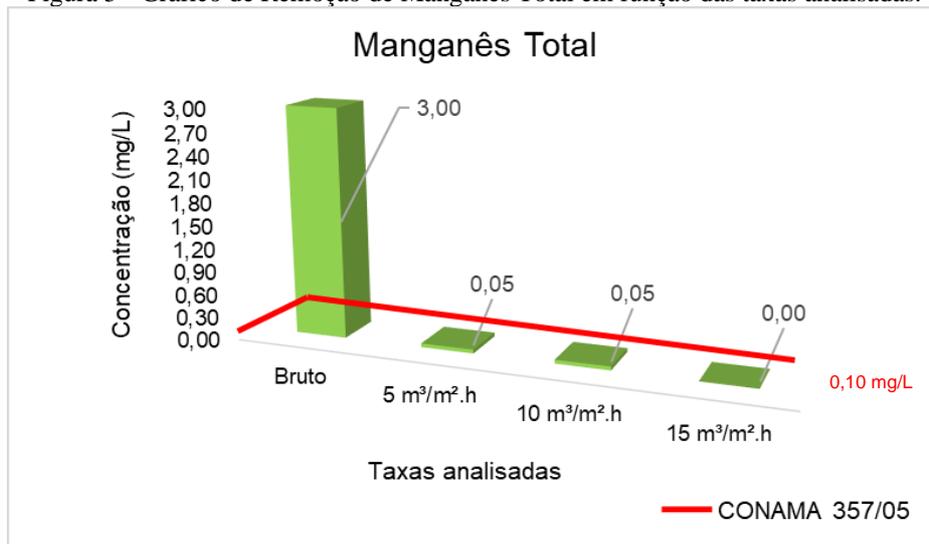
Figura 4 - Gráfico de Remoção do Ferro Dissolvido em função das taxas analisadas.



Fonte: Os autores (2019).

A Figura 5 apresenta a redução de manganês em função das taxas estudadas. Observa-se que para a taxa de 5 m³/m².h a concentração de manganês foi de 3,00 mg/L para 0,05 mg/L, representando uma redução de 98,3%, para a taxa de 10 m³/m².h a concentração novamente foi de 3,00 mg/L para 0,05 mg/L. Enquanto, para a taxa de 15 m³/m².h, houve uma redução de 100% do manganês presente.

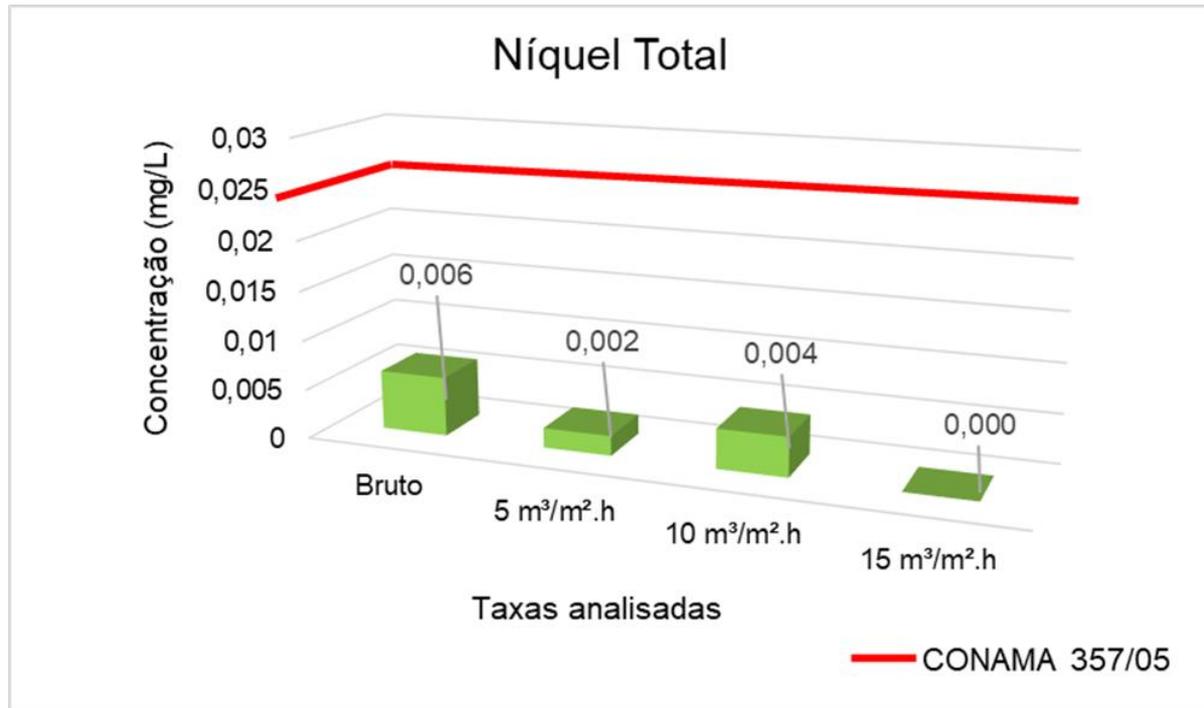
Figura 5 - Gráfico de Remoção de Manganês Total em função das taxas analisadas.



Fonte: Os autores (2019).

A Figura 6 apresenta a redução de níquel total em função das taxas estudadas. Observa-se que para a taxa de $5 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$ a concentração de níquel foi de $0,006 \text{ mg/L}$ para $0,002 \text{ mg/L}$, representando uma redução de $66,6\%$. Para a taxa de $10 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$, a concentração foi de $0,006 \text{ mg/L}$ para $0,004 \text{ mg/L}$, representando uma redução de $33,3\%$. Enquanto, para a taxa de $15 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$, houve uma redução de 100% do níquel presente.

Figura 6 - Gráfico de Remoção de Níquel Total em função das taxas analisadas.



Após 1 minuto de filtração na taxa de $5 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$ observa-se a remoção de 100% do Alumínio, 100% do Ferro, $98,3\%$ do Manganês e $66,7\%$ do Níquel. Ratifica-se que todos os valores encontrados estão dentro dos limites máximos estabelecidos.

Após 30 segundos de filtração na taxa de $10 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$ observa-se a remoção de 100% do Alumínio, 100% do Ferro, $98,3\%$ do Manganês e $33,4\%$ do Níquel. Ratifica-se que todos os valores encontrados estão dentro dos limites máximos estabelecidos.

Após 20 segundos de filtração na taxa de $15 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$ observa-se a remoção de 100% do Alumínio, 100% do Ferro, 100% do Manganês, 100% do Níquel. Ratifica-se que todos os valores encontrados estão dentro dos limites máximos estabelecidos.

4 CONCLUSÃO

É evidente a necessidade de recuperação do Rio Paraopeba após o rompimento da barragem, haja visto que os principais usos deste rio são: abastecimento doméstico e industrial, irrigação, mineração, dessedentação de animais, pesca e piscicultura.

A partir dos resultados de tratabilidade obtidos, conclui-se que o processo de tratamento proposto com filtro de carvão ativado, resina catiônica e zeólita, atende plenamente aos requisitos de qualidade de água para os parâmetros considerados, contribuindo com o restabelecimento dos usos preponderantes do Rio Paraopeba segundo a Resolução CONAMA 357/2005, especialmente na taxa de 15 m³/m².h onde se obteve remoção de 100% de todos os metais analisados.

REFERÊNCIAS

- ANM – AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO (2018). **Anuário Mineral Brasileiro**. 434. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro/amb_2018.pdf>.
- APHA (1998). **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environmental Federation, 20th ed. Washington
- ARAUJO, E. R.; FERNANDES, F. R. C. Mineração no Brasil: crescimento econômico e conflitos ambientais. In: GUIMARÃES, P. E.; CEBADA, J. D. P. (Ed.). **Conflitos Ambientais na Indústria Mineira e Metalúrgica: o passado e o presente**. Évora, CETEM, CICP, Rio de Janeiro, p 65–88. 2016.
- BRASIL. **Resolução CONAMA n°357**, de 17 de março de 2005. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Publicado no D.O.U.
- CNDH - Conselho Nacional dos Direitos Humanos. **Relatório da missão emergencial a Brumadinho/MG após rompimento da Barragem da Vale S/A** – Brasília: Conselho Nacional dos Direitos Humanos; 2019

Brazilian Journal of Development

FRIES, J. e GETROST H. (1977) **Organic Reagents for Trace Analysis**. E. Merck, Darmstadt – Hessen. Alemanha.

RAMOS, A. A., DE OLIVEIRA, J. F., NARDI, M. F., & CUNHA, M. A. (2017). **O caso de estudo “Samarco”: Os impactos ambientais, econômicos e sociais, relativos ao desastre de Mariana**. Unisanta BioScience, 6(4), 316-327.