

Avaliação da qualidade da água do Rio Paraopeba em Brumadinho, após rompimento da barragem B1 e considerações técnicas acerca da alteração do ponto de captação nesse manancial para abastecimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte

Paraopeba River water quality assessment in Brumadinho after B1 dam rupture and technical considerations concerning the change of water catchment location to supply Metropolitan Region of Belo Horizonte

DOI: 10.34188/bjaerv4n1-091

Recebimento dos originais: 20/11/2020

Aceitação para publicação: 20/12/2020

Alexandra Fátima Saraiva Soares

Doutora em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESA).

Instituição: Instituto de Educação Continuada (IEC) da Pontifícia Universidade Católica (PUC Minas)

Endereço: Rua Cláudio Manoel, 1.205, Funcionários. Campus Praça da Liberdade, Belo Horizonte - MG, Brasil.

E-mail: asaraiva.soares@gmail.com

Felismina Saraiva Soares

Engenheira Química pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha, Belo Horizonte - MG, Brasil.

E-mail: albedo012@gmail.com

RESUMO

O rompimento da barragem de rejeitos B1 em Brumadinho do complexo da Mina Córrego do Feijão da Mineradora Vale SA, que ocorreu em 25/01/2019, atingiu o ponto de captação de água, para fins de abastecimento público da Região Metropolitana de Belo Horizonte, situado no rio Paraopeba. Dessa forma, este trabalho tem por objetivo principal avaliar a qualidade da água do rio no ponto de captação existente que foi atingido pela lama da barragem B1. O trabalho também apresenta considerações técnicas acerca da viabilidade da alteração do mencionado ponto de captação de água. Para fins de avaliação da qualidade da água do manancial em questão, foram considerados os resultados de monitoramento publicados pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas no Informativo nº 54 de outubro de 2019. A análise estatística dos resultados indicou que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) para a qualidade da água dos pontos BP036 e BPE2 situados, respectivamente, a montante e a jusante do local atingido pela lama, a partir de agosto de 2019, para os parâmetros monitorados, com exceção de Manganês Total. Cabe salientar que as concentrações do parâmetro Manganês Total, relatadas pelo IGAM no ponto BPE2, são inferiores a 0,5 mg/L desde maio de 2019. Essa concentração de 0,5 mg/L é o padrão das águas de Classe 3, que também podem ser destinadas “ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado”, conforme estabelecido no art. 4º, IV, “a” da DN conjunta COPAM/CERH nº 01/2008, ou seja, nas concentrações encontradas, o manganês pode ser removido por métodos usuais de tratamento de água. Conclui-se, portanto, que não há justificativa técnica para a alteração do ponto de captação de água para abastecimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte, vez que o

investimento financeiro para essa alteração não resultará em ganhos significativos na qualidade da água bruta. Dessa forma, não se justifica a modificação da estrutura de captação já existente. Em virtude do aporte histórico de micropoluentes no rio Paraopeba pelo lançamento de esgoto sanitário, efluentes industriais e outros – mesmo a montante do trecho atingido pela lama da barragem B1 – o investimento de recursos financeiros em aprimoramento do tratamento da água para potabilização, com adoção de tecnologias complementares adequadas, tais como, por exemplo, osmose reversa, nanofiltração, processos avançados de oxidação, adsorção em carvão ativado, após sistema convencional, traria maiores benefícios à população atendida pelo sistema Rio Manso, quando comparado à alteração do ponto de captação.

Palavras-chave: Nova captação em Brumadinho, Abastecimento público de água, Barragem B1 em Brumadinho, Qualidade da água, Micropoluentes.

ABSTRACT

The rupture of the B1 dam in Brumadinho of the Córrego do Feijão mine complex of Vale S / A, which occurred on 01/25/2019, reached the point of water catchment, for public supply purposes in the Metropolitan Region of Belo Horizonte, located on the Paraopeba River. Thus, this work has as main objective to assess the water quality of the river at the existing catchment point that was reached by the mud of the B1 dam. The work also presents the technical considerations of the feasibility of changing the water catchment point. For the purpose of assessing the water quality of the source in question, the monitoring results were considered by the Instituto Mineiro de Gestão das Águas in Newsletter nº 54 of October 2019. The statistical analysis of the results indicated that there was no summary difference ($p < 0,05$) for water quality at points BP036 and BPE2 located, respectively, upstream and downstream of the site affected by the mud, as of August 2019, for the monitored parameters, with the exception of Total Manganese. It should be noted that the concentrations of the Total Manganese parameter, reported by IGAM in point BPE2, have been below 0.5 mg / L since May 2019. This concentration of 0.5 mg / L is the standard for Class 3 waters, which they can also be destined “to supply for human consumption, after conventional or advanced treatment”, as established in art. 4th, IV, "a" of the joint DN COPAM / CERH nº 01/2008, that is, in the concentrations found, manganese can be removed by usual methods of water treatment. It is concluded, therefore, that there is no technical justification for the alteration of the water collection point for supplying the Belo Horizonte Metropolitan Region, since the financial investment for this alteration will not result in significant gains in the quality of raw water. Thus, the modification of the existing is not justified. In view of the historical contribution of micropollutants to the Paraopeba River through the release of sanitary sewage, industrial effluents and others - even upstream of the stretch reached by the mud of the B1 dam - the investment of financial resources in improving drinking water treatment, with the adoption of complementary technologies adequate, such as, for example, reverse osmosis, nanofiltration, advanced oxidation processes, adsorption on activated carbon, after a conventional system, would bring greater benefits to the population served by the Rio Manso system, when compared to the change of the water catchment.

Keywords: New water catchment in Brumadinho, Public water supply, B1 Dam in Brumadinho, Water quality, Micropolluting.

1 INTRODUÇÃO

No dia 25 de janeiro de 2019, a barragem de rejeitos B1 do Complexo da Mina Córrego Feijão, localizada no município mineiro de Brumadinho, rompeu, liberando para o ambiente grande volume de lama. A mencionada barragem possuía volume de 12,7 milhões de metros cúbicos na ocasião do acidente (MPMG, 2019). Diversas edificações foram afetadas pelos resíduos, resultando em grande número de óbitos (259 mortos até 05/10/2019 e 11 desaparecidos) e dano ambiental de elevada dimensão e repercussão (FREITAS; ALMEIDA, 2020).

O município de Brumadinho possui população estimada para 2018 de 39.520 habitantes (IBGE, 2019), localiza-se na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), no estado de Minas Gerais, Brasil, e possui como principal atividade econômica a mineração de ferro, que gera resíduos no processamento. Os resíduos que extravasaram para o ambiente em virtude do rompimento da barragem B1 foram acondicionados a úmido, com risco de rompimento, especialmente devido ao método construtivo com técnicas de alteamentos a montante.

Além de perdas de vidas humanas, os rejeitos da barragem ocasionaram impactos negativos nos âmbitos sociais e ambientais, devido principalmente à perda de vegetação e à alteração da qualidade das águas da bacia do rio Paraopeba, que constitui importante manancial de abastecimento da capital do estado mineiro e de outras cidades.

Devido ao fato de o ponto de captação operado pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) ter sido atingido pela lama, foi proposta alteração do ponto de captação para local situado a cerca de doze quilômetros a montante da atual. Essa alteração torna necessária a intervenção em uma área de 42.143 m² (para construção de equipamentos para captação), além da interferência em uma área de 1.671.255 m² para instalação de rede que interligará a nova captação à estação de tratamento de água (ETA) Rio Manso. A adutora percorrerá cerca de 13 km, atravessando a mancha urbana do município de Brumadinho, até a ETA Rio Manso, requerendo 120 metros de largura, conforme Decreto Estadual nº 359/2019.

Essa interferência ocasionará restrição do uso do solo na região, impactando negativamente a população brumadinense, devido ao traçado da adutora de água bruta com futuros riscos de rompimento advindos de sua operação, além da travessia da linha de transmissão de alta tensão e respectiva radiação eletromagnética em seu entorno.

Diante deste contexto, o presente trabalho tem por objetivo principal avaliar eventuais alterações da qualidade da água do rio Paraopeba no ponto de captação da COPASA existente atualmente, situado em Brumadinho/MG, em virtude do lançamento dos rejeitos (lama) oriundos do rompimento da barragem B1 do complexo da Mina Córrego Feijão da Mineradora Vale S/A. O

trabalho também se propõe a apresentar considerações técnicas acerca da viabilidade da alteração do ponto de captação de água para abastecimento da RMBH.

2 METODOLOGIA

Para fins de avaliação da qualidade da água do rio Paraopeba foram considerados os resultados de monitoramento publicados pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) no Informativo nº 54 de outubro de 2019, a partir do mês de agosto de 2019 (IGAM, 2019).

Os trabalhos que originaram esses informativos tiveram início no dia seguinte ao evento do rompimento da barragem B1 (26/01/2019) e contemplam diversos parâmetros, dentre eles: condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, pH, temperatura, turbidez, sólidos totais, sólidos dissolvidos totais, sólidos em suspensão totais, alumínio dissolvido, ferro dissolvido, manganês total, arsênio total, cádmio total, chumbo total, cobre dissolvido, cromo total, mercúrio total, níquel total, zinco total e selênio total. O monitoramento em questão é realizado por quatro instituições: COPASA, IGAM, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e Agência Nacional das Águas (ANA).

Neste trabalho foram avaliados os resultados obtidos para amostras coletadas na estação BPE2, localizada nas proximidades da captação de água para RMBH operada pela COPASA e existente desde 2015, bem como na estação BP036, situada a montante do ponto em que os rejeitos atingiram o rio Paraopeba. A Figura 1 demonstra a localização dessas duas estações de monitoramento.

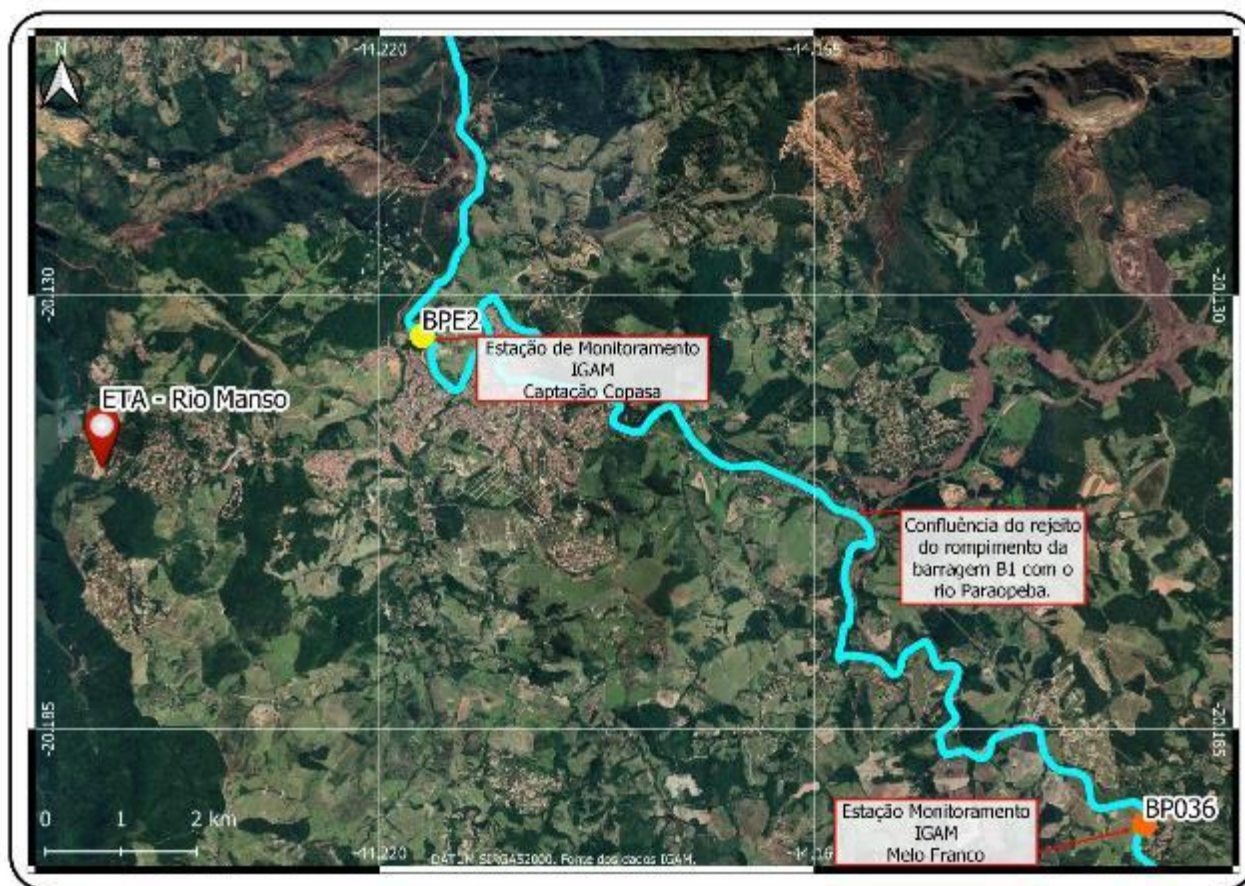
Os resultados de monitoramento do IGAM foram comparados com os padrões de enquadramento estabelecidos na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 01/2008 e na Resolução CONAMA nº 357/2005 para as classes compatíveis com captação para consumo humano após tratamento convencional (Classes 2 e 3) e com a literatura técnica pertinente.

Na análise comparativa, que objetivou verificar se existe diferença significativa entre as amostras de águas coletadas nos dois pontos de monitoramento considerados, por parâmetro, foi utilizado o teste U de Mann-Whitney. O objetivo desse teste não paramétrico é verificar se existe diferença significativa entre a mediana de dois grupos independentes. O teste foi aplicado por meio do *software* Statistica®.

Com o objetivo de espacializar a região estudada, foi utilizado o *software* de SIG (Sistema de informações Geográficas) gratuito Qgis, versão 3.10.10-LTR. Os dados em *shapefile* foram obtidos na plataforma de dados IDE-Sisema e no Decreto Estadual nº 359/2019 (ALMG, 2019). Após a obtenção dos dados, todos os *shapefiles* foram padronizados na projeção GCS Sirgas2000 por meio da ferramenta reprojetar.

Para medir as distâncias dos pontos de interesse foi utilizado a instrumento "régua de distância" do menu ferramentas. A área total afetada pelo Decreto Estadual nº 359/2019 foi obtida pelo cálculo de área da calculadora geométrica do menu vetor. Posteriormente, foi produzido o *layout* e exportado em formato jpeg.

Figura 1: Localização dos pontos de monitoramento (BPE2 e BP036) em relação ao ponto onde a lama da barragem B1 atingiu o rio Paraopeba em Brumadinho. Fonte: Autoras do Trabalho.



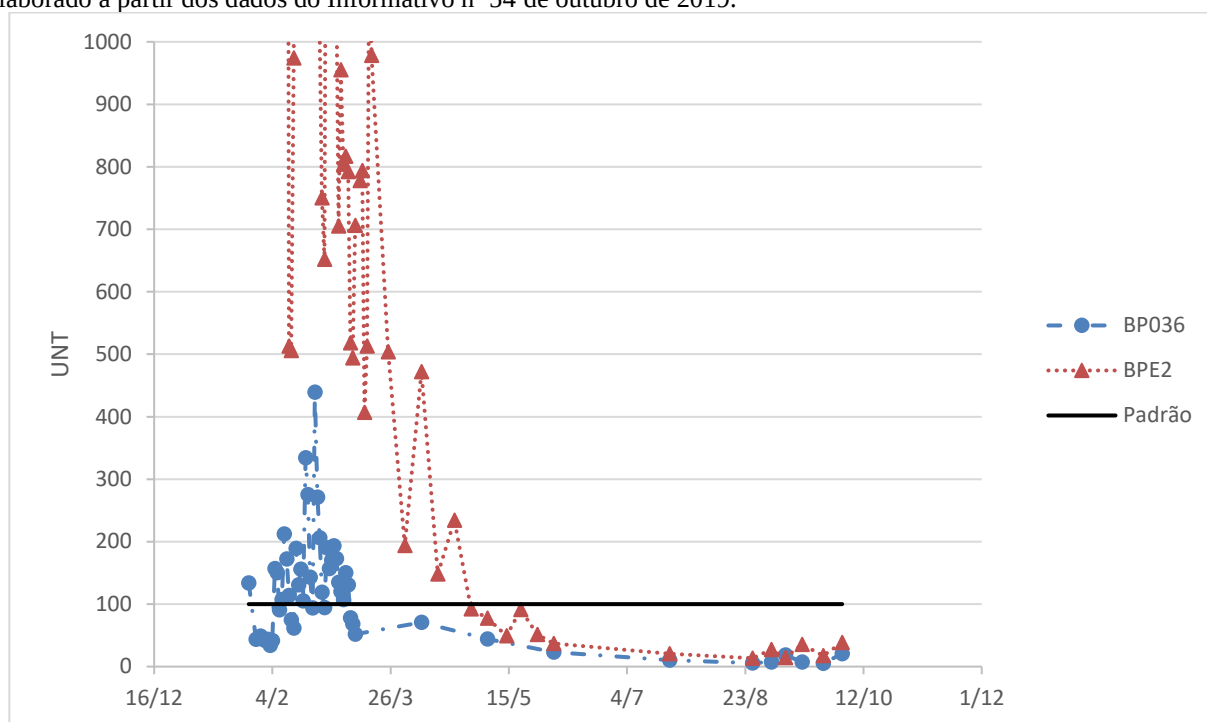
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a legislação pertinente, as águas de Classe 2 podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional, que consiste na modalidade do sistema Rio Manso em Brumadinho (COPAM, 1995).

Ainda segundo a literatura técnica, o tratamento convencional é aplicado para águas superficiais que apresentem turbidez inferior a 3.000 uT (LIBÂNIO, 2010).

A Figura 2 demonstra a turbidez das águas nos pontos considerados neste estudo entre os dias 26/01/2019 e 03/10/2019. Nota-se que, a partir de maio de 2019, as águas atendem ao padrão da legislação para turbidez (100 uT para Classe 2).

Figura 2: Turbidez das águas do rio Paraopeba desde o dia 26/01/2019 a 03/10/2019¹. Fonte: Autoras do Trabalho. Elaborado a partir dos dados do Informativo nº 54 de outubro de 2019.



O Informativo nº 54/2019 do IGAM ratifica a adequação do parâmetro turbidez para as amostras de águas coletadas nos pontos considerados neste estudo (BPE2 e BP036):

“De acordo com as medições realizadas nos dias 16/09 e 25/09 (nas estações BPE2, BP036, BP068 e BP070), a turbidez também não apresentou valores acima dos limites legais no trecho do rio Paraopeba entre Brumadinho (BP036) e Betim (BP070). Nesse trecho, o maior valor registrado foi igual a 39,4 NTU na estação BP068, no dia 25/09” [IGAM, 2019, item 3].

Em relação aos demais parâmetros monitorados, a análise estatística dos resultados publicados pelo IGAM no Informativo nº 54 indicou que não há diferença significativa ($p < 0,05$) para a qualidade da água dos pontos BP036 e BPE2, a partir de agosto de 2019, para os parâmetros monitorados, com exceção de Manganês Total. Cabe salientar que as concentrações desse parâmetro relatadas pelo IGAM no ponto BPE2 são inferiores a 0,5 mg/L desde maio de 2019. Essa concentração de 0,5 mg/L é o padrão das águas de Classe 3, que também podem ser destinadas “ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado”, conforme estabelecido no art. 4º, IV, “a” da DN conjunta COPAM/CERH nº 01/2008, ou seja, nas concentrações atualmente encontradas, o manganês pode ser removido por métodos usuais de tratamento de água.

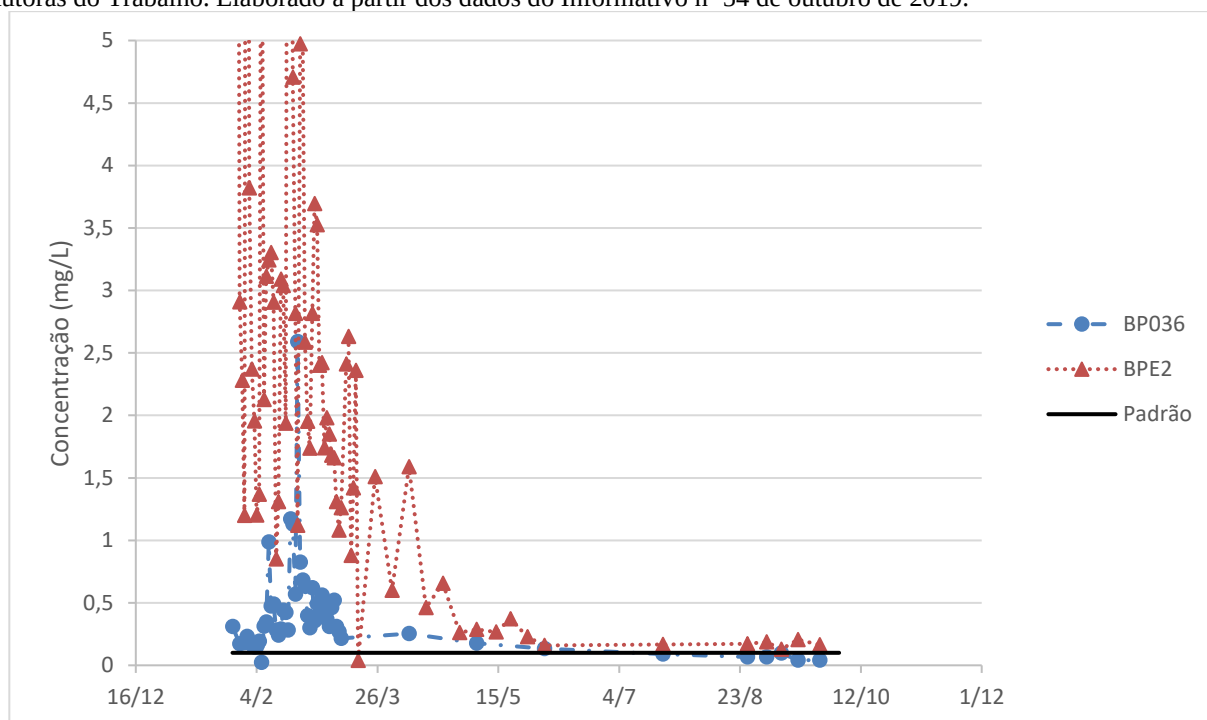
¹ Para permitir melhor comparação com o padrão estabelecido na legislação vigente (100 uT), optou-se por apresentar neste gráfico os resultados de turbidez inferiores a 1.000 uT.

Nesse sentido, cabe salientar o excerto do Informativo nº 54/2019 do IGAM:

“Em todas as estações de monitoramento semanal avaliadas nos primeiros 50 km do rio Paraopeba após a confluência com o córrego Ferro-Carvão (BPE2, BP036², BP068 e BP070) os parâmetros zinco total, vanádio, níquel total, arsênio total, mercúrio total, cromo total, cádmio total, boro total, DBO e chumbo total apresentaram resultados abaixo do limite legal do limite de detecção do método analítico, nos dias 16 e 25 de setembro. Nesse trecho, também, foram avaliados os parâmetros DQO, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, nitrogênio orgânico, clorofila-a, feofitina-a, Escherichia coli, coliformes totais, bário total, cloreto total, cobre dissolvido, condutividade elétrica, cor, fósforo total, oxigênio dissolvido, pH, sólidos dissolvidos totais, sólidos em suspensão totais e sólidos totais (Anexo I). Para os parâmetros que possuem limite na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008 e na Resolução CONAMA nº 357/2005, somente o parâmetro coliformes totais e *E. coli* e cobre dissolvido (na estação BP036), no dia 16 de setembro apresentaram valores acima do limite legal de classe 2.” [IGAM, 2019, item 3].

Na sequência, as Figuras 3 a 7 demonstram a variação das concentrações de parâmetros monitorados no rio Paraopeba (BPE2 e BP036) a partir do evento do rompimento da barragem B1 até a data 03/10/2019.

Figura 3: Concentração de manganês total nas águas do rio Paraopeba desde o dia 26/01/2019 a 03/10/2019³. Fonte: Autoras do Trabalho. Elaborado a partir dos dados do Informativo nº 54 de outubro de 2019.



² Observação: Equívoco do Informativo nº 54/2019 do IGAM, vez que a estação BP036 (Melo Franco) situa-se no rio Paraopeba a montante da confluência com o córrego Ferro Carvão, conforme apresentado na Figura 1 (comentário nosso).

³ Para permitir melhor comparação com o padrão estabelecido na legislação vigente, optou-se por apresentar neste gráfico os resultados de Manganês Total inferiores a 5 mg/L.

Figura 4: Concentração de ferro dissolvido nas águas do rio Paraopeba desde o dia 26/01/2019 a 03/10/2019. Fonte: Autoras do Trabalho. Elaborado a partir dos dados do Informativo nº 54 de outubro de 2019.

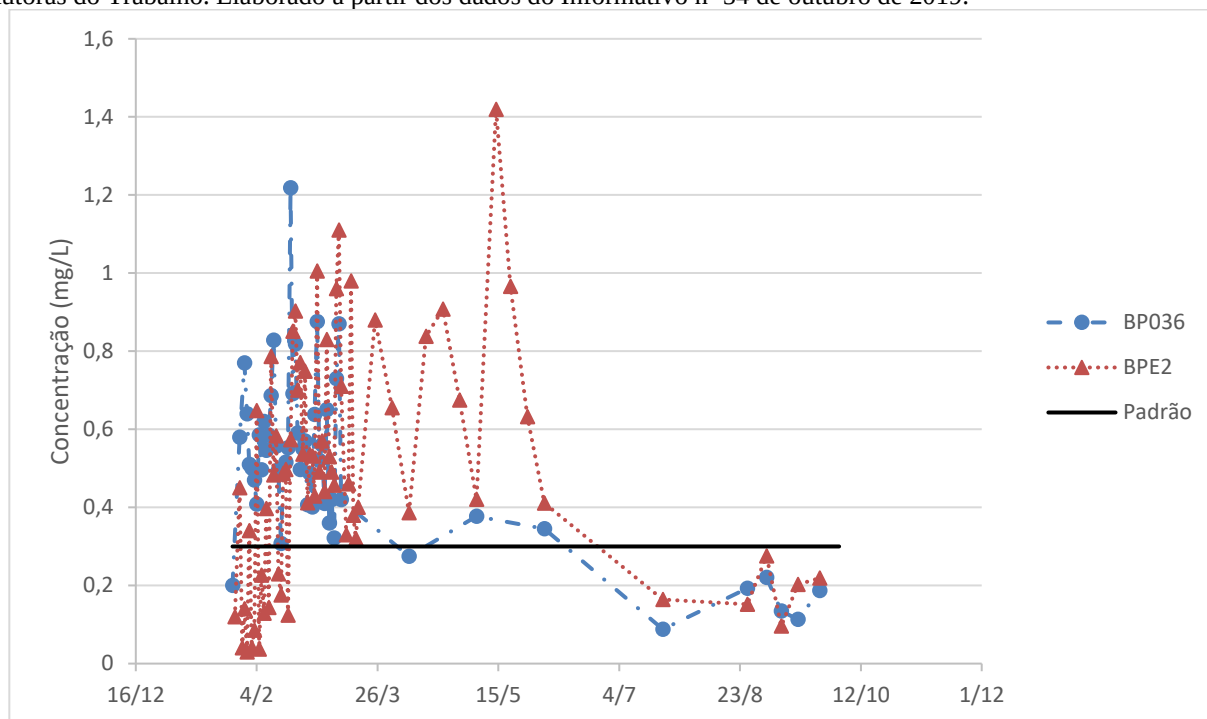


Figura 5: Concentração de mercúrio nas águas do rio Paraopeba desde o dia 26/01/2019 a 03/10/2019. Fonte: Autoras do Trabalho. Elaborado a partir dos dados do Informativo nº 54 de outubro de 2019.

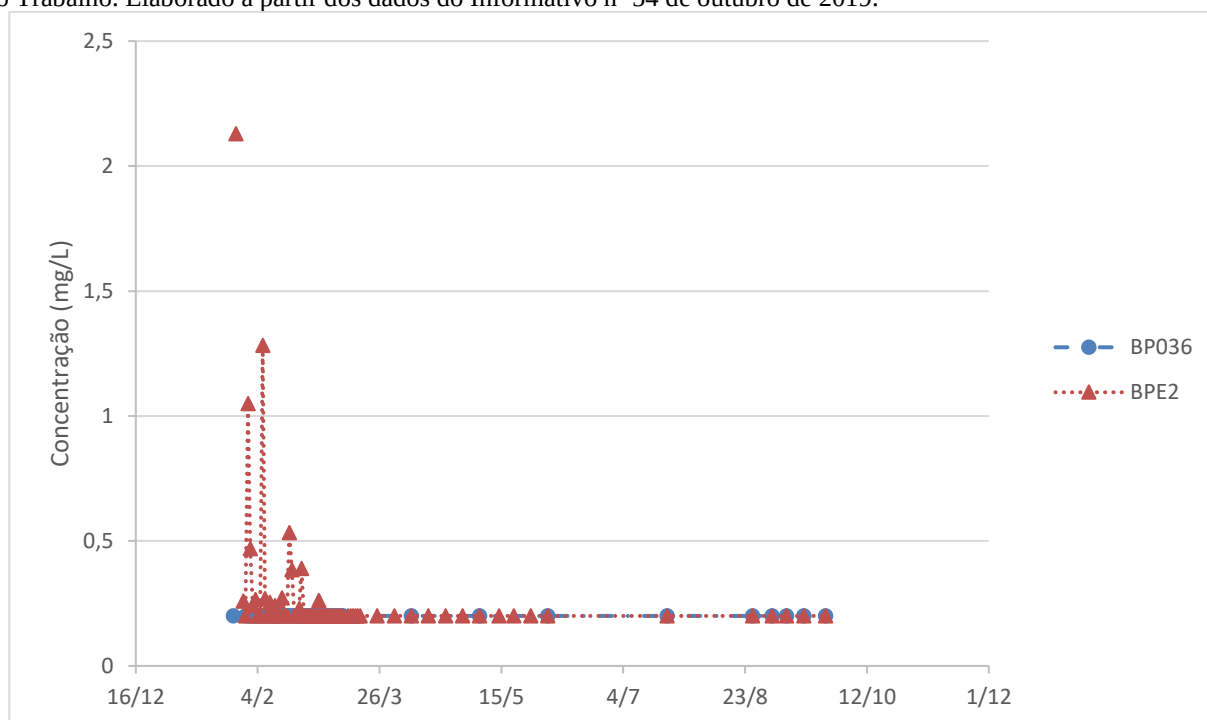


Figura 6: Concentração de sólidos dissolvidos totais (SDT) nas águas do rio Paraopeba desde o dia 26/01/2019 a 03/10/2019. Fonte: Autoras do Trabalho. Elaborado a partir dos dados do Informativo nº 54 de outubro de 2019.

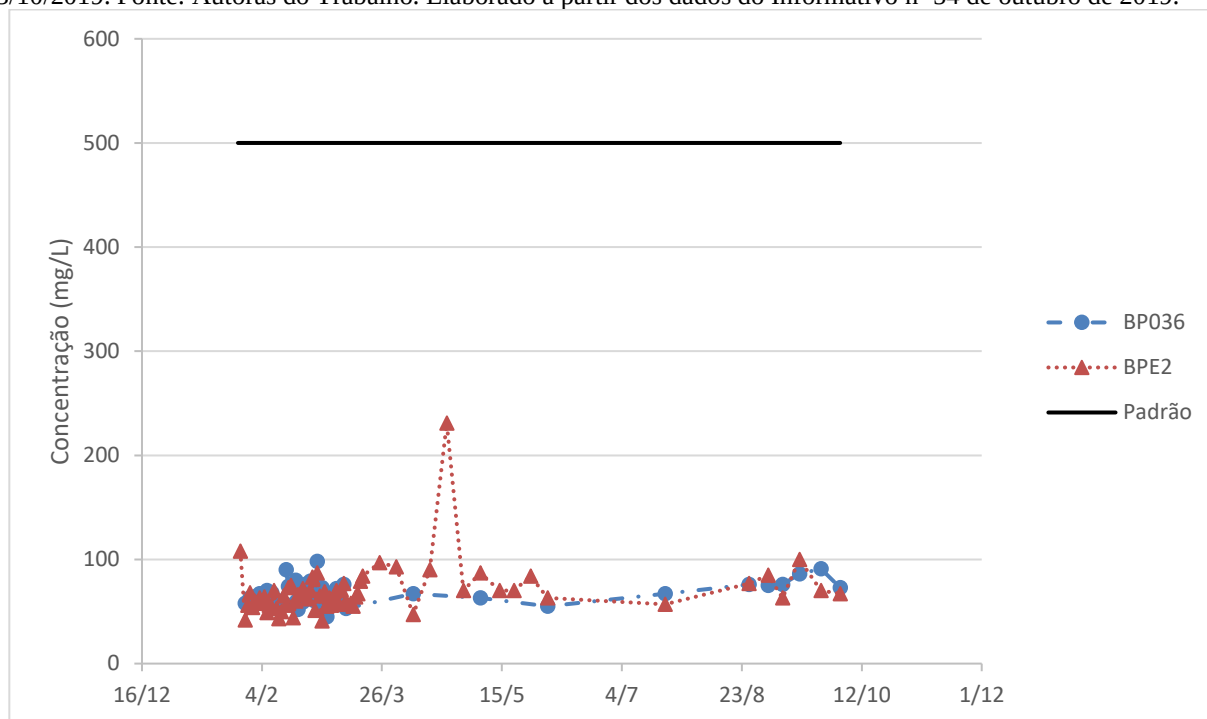
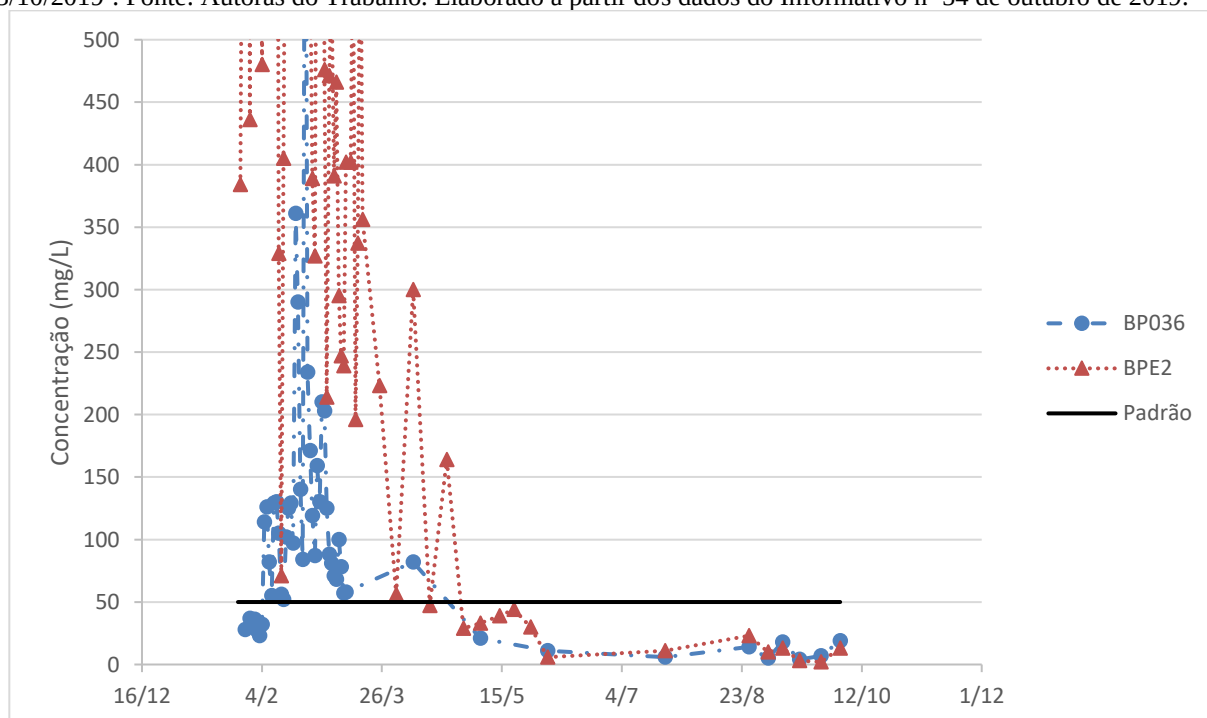


Figura 7: Concentração de sólidos em suspensão totais (SST) as águas do rio Paraopeba desde o dia 26/01/2019 a 03/10/2019⁴. Fonte: Autoras do Trabalho. Elaborado a partir dos dados do Informativo nº 54 de outubro de 2019.



⁴ Para permitir melhor comparação com o padrão estabelecido na legislação vigente, optou-se por apresentar neste gráfico os resultados de SST inferiores a 500 mg/L.

Para implantação de equipamentos para a nova captação de água, situada a aproximadamente 12 km a montante da atual, haverá necessidade de intervenção em área de 42.143 m², além da interferência em uma área de 1.671.255 m² para instalação da adutora que interligará a nova captação à ETA Rio Manso e percorrerá cerca de 13 km, atravessando a mancha urbana do município de Brumadinho, conforme Decreto Estadual nº 359/2019. Essa interferência, como mencionado, ocasionará restrição do uso do solo na região, impactando negativamente a população brumadinense.

Outro fator merecedor de destaque é que o rio Paraopeba, mesmo a montante do ponto atingido pela lama da barragem B1, devido aos lançamentos de esgotos sanitários, efluentes industriais e minerários, que ocorrem há décadas, contém substâncias com potencial danoso ao meio ambiente e à saúde pública, mesmo em baixas concentrações. Essas substâncias são denominadas micropoluentes ou poluentes emergentes e suas origens são os fármacos, produtos de higiene pessoal, hormônios esteroides, surfactantes, químicos industriais, agrotóxicos e outras substâncias presentes nos esgotos sanitários e efluentes industriais (PETROVIC *et al.*, 2003; STACKELBERG, 2007; SARAIVA SOARES & LEÃO, 2015).

Micropoluentes são substâncias com potencial para causar câncer e infertilidade humana, dentre outros, mas seu monitoramento em águas de abastecimento público ainda é incipiente no Brasil (GHISELLI e JARDIM, 2007; SOARES; SOUZA e SOUZA, 2020). COUTO *et al.* (2020) e FARIA *et al.* (2020) apresentam estudos com avaliação do potencial de remoção de micropoluentes pelo processo de membrana e outros.

Ademais, as obras para implantação da nova captação afetarão negativamente o meio ambiente com intervenções definitivas em áreas de preservação permanente, interferindo no ecossistema local da região, deteriorando os sistemas ecológicos.

Recentemente, estudo publicado pela Mineradora Vale S/A e desenvolvido pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, intitulado *Estudo da Universidade Federal do Rio de Janeiro mostra que o rio Paraopeba dá sinais de recuperação* corrobora com os resultados apresentados neste estudo (VALE, 2020):

“O rio Paraopeba dá sinais de recuperação à sua condição anterior ao rompimento da barragem 1, na mina Córrego do Feijão, em Brumadinho (MG), que ocorreu em janeiro de 2019. Essa é uma das conclusões do estudo realizado pelo Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Coppe/UFRJ) que também aponta para um horizonte favorável em relação à recuperação da biodiversidade ao longo de toda calha do rio Paraopeba.

O estudo, realizado entre abril de 2019 e abril de 2020, que envolveu mais de 150 pesquisadores, foi contratado pela Vale com o objetivo de verificar os impactos ambientais causados pelo rompimento e, a partir dos dados gerados, melhorar e ajustar as ações de recuperação ambiental ao longo de toda a área afetada, principalmente a bacia do rio

Paraopeba. As amostras de água do rio Paraopeba foram colhidas em períodos sazonais distintos (seco e chuvoso). Ao todo, foram 127 pontos de coleta ao longo de 495 km do rio e nos reservatórios de Retiro Baixo e Três Marias, abrangendo 21 municípios.

[...]

A avaliação da qualidade da água do rio Paraopeba e seus tributários apresentou redução de diversos parâmetros físico-químicos independente da influência de fatores climáticos. A análise conjunta dos parâmetros alumínio dissolvido, antimônio total, cobre dissolvido, ferro dissolvido, manganês total e zinco total mostra que há uma progressiva redução da concentração indicando a recuperação próxima às condições de um rio classe 2 em períodos de seca.

[...]

Caso as argilas trazidas pelos rejeitos da barragem contivessem elementos tóxicos, elas poderiam causar contaminação das áreas e, conseqüentemente, de plantas e de animais. Uma centena de amostras da barragem 1 e de toda a área atingida pelos rejeitos foram analisadas exaustivamente para mais de 20 elementos sob condição de ataque ácido, incluindo dissolução de todos os silicatos pelo uso de misturas ácidas contendo ácido fluorídrico. Os teores extraídos em meio ácido foram todos baixos, semelhantes aos encontrados em solos da região.” [VALE, 2020] (grifo nosso)

4 CONCLUSÃO

Diante do exposto, não se constatou diferença significativa ($p < 0,05$) para os parâmetros monitorados nas águas a montante (BP036) e a jusante do ponto do rio Paraopeba atingido pela lama (BPE2), a partir de agosto de 2019, com exceção de Manganês Total. Entretanto, nas concentrações encontradas, o manganês pode ser removido por métodos usuais de tratamento de água.

Dessa forma, conclui-se – a partir dos resultados publicados pelo IGAM (2019) – que a água do rio Paraopeba no ponto de captação existente (BPE2) possui qualidade para abastecimento público, após tratamento adequado. Portanto, não há motivação técnica para alterar a estrutura de captação de água já existente e se implantar nova captação em Brumadinho para abastecer a RMBH, vez que o investimento financeiro para essa alteração não resultará em ganhos significativos na qualidade da água bruta.

Em virtude do aporte de micropoluentes no rio Paraopeba – mesmo a montante do trecho atingido pela lama da barragem B1 – o investimento de recursos financeiros em aprimoramento do tratamento da água, com adoção de tecnologias complementares adequadas, tais como, por exemplo, osmose reversa, nanofiltração, processos avançados de oxidação, adsorção em carvão ativado, após sistema convencional, traria maiores benefícios à população atendida pelo sistema Rio Manso (situada na RMBH), quando comparado à alteração do ponto de captação.

Por fim, ressalta-se que a alteração do ponto de captação de água implicará em maiores danos à população, já afetada pelo evento do rompimento da barragem B1 e que não deu causa a esse evento em Brumadinho, não sendo a única alternativa viável para a manutenção do fornecimento de água para a RMBH e nem a menos lesiva para o interesse público.

REFERÊNCIAS

1. Assembleia Legislativa de Minas Gerais (ALMG). **Decreto com Numeração Especial 359, de 12/07/2019**. Declara de utilidade pública, para constituição de servidão pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais – Copasa MG –, terreno necessário à expansão do sistema de abastecimento de água do Município de Brumadinho. Disponível em www.almg.gov.br. Acesso em 15 de outubro de 2020.
2. Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM). **Deliberação Normativa COPAM nº 14, de 28 de dezembro de 1995**. Dispõe sobre o enquadramento das águas da Bacia do rio Paraopeba. Trecho 3.
3. Couto, C. F.; Santos, A. V.; Amaral, M. C. S.; Lange, L. C.; de Andrade, L. H.; Foureaux, A. F. S.; Fernandes, B. S. **Assessing potential of nanofiltration, reverse osmosis and membrane distillation drinking water treatment for pharmaceutically active compounds (PhACs) removal**. Journal of Water Process Engineering, v. 33, p. 101029, 2020.
4. Faria, C. V.; Ricci, B. C.; Silva, A. F. R.; Amaral, M. C. S.; Fonseca, F. V. **Removal of micropollutants in domestic wastewater by expanded granular sludge bed membrane bioreactor**. Process Safety and Environmental Protection, v. 1, p. 1, 2020.
5. Freitas, R.; Almeida, F. **Um ano após tragédia da Vale, dor e luta por justiça unem famílias de 259 mortos e 11 desaparecidos**. Brumadinho: 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2020/01/25/um-ano-apos-tragedia-da-vale-dor-e-luta-por-justica-unem-familias-de-259-mortos-e-11-desaparecidos.ghtml>. Acesso em 20 jun. 2020.
6. Ghiselli, G.; Jardim, W. **Interferentes endócrinos no ambiente**. Química nova, v. 30, p. 695-706, 2007.
7. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Cidades e Estados do Brasil**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 08 fev. 2019.
8. Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM). **Informativo nº 54**. 22 de outubro de 2019: Qualidade das Águas do Rio Paraopeba, após o desastre na barragem B1 da Mineradora Vale/SA no município de Brumadinho – Minas Gerais. Belo Horizonte: 2019.
9. Libânio, Marcelo. **Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água**. 3. ed. Campinas: Átomo, 2010.
10. MPMG . **Ministro Público De Minas Gerais**. AÆ Civil Pública ID 60842454, de 31 de janeiro de 2019. Giselle Ribeiro de Oliveira. Belo Horizonte: MPMG, 2019A. Disponível em: <https://www.mpmg.mp.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=8A91CFA969E237220169E4F274311EBF>. Acesso em: 24 jun 2019.
11. Pádua, V. L. (Coord.) **Remoção de microrganismos emergentes e microcontaminantes orgânicos no tratamento de água para consumo humano**. Projeto PROSAB, Abes, 2009. 392p.
12. Petrovic, Mira; Gonzalez, Susana; Barceló, Damia. **Analysis and removal of emerging contaminants in wastewater and drinking water**. TrAC Trends in Analytical Chemistry. Volume 22, Issue 10, November 2003, Pages 685-696.

13. Saraiva Soares, A.F.; Leão, M. M. D. **Contaminação dos mananciais por micropoluentes e a precária remoção desses contaminantes nos tratamentos convencionais de água para potabilização.** De Jure (Belo Horizonte), v. 14, p. 36-85, 2015.
14. Soares, A. F. S.; Souza e Souza, L. P. **Contaminação das águas de abastecimento público por poluentes emergentes e o direito à saúde.** Revista De Direito Sanitário, 20(2), 100-133. 2020.
15. Stackelberg, P. E.; Gibbs, J. *et al.* **Efficiency of conventional drinking-water-treatment processes in removal of pharmaceuticals and other organic compounds.** Science of the Total Environment, v. 377, n. 2-3, p. 255-272, maio 2007.
16. Vale. **Estudo da Universidade Federal do Rio de Janeiro mostra que o rio Paraopeba dá sinais de recuperação.** Matéria publicada em 01/10/2020. Disponível em: <<http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/news/Paginas/estudo-da-universidade-federal-do-rio-de-janeiro-mostra-que-o-rio-paraopeba-da-sinais-de-recuperacao.aspx>>. Acesso em 06/10/2020.