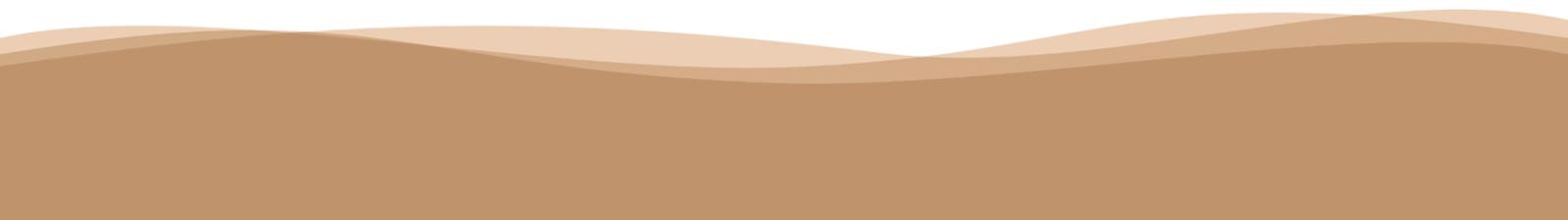


## *Informativo Nº 1*

Informativo semanal da avaliação dos sedimentos do rio Paraopeba nos locais monitorados ao longo do Rio Paraopeba, após o desastre na barragem B1 no complexo da Mina Córrego Feijão da Mineradora Vale/SA no município de Brumadinho – Minas Gerais

---

Belo Horizonte, 10 de fevereiro de 2019



## 1. Introdução

No dia 25 de janeiro de 2019 rompeu-se a chamada barragem B1 no complexo da Mina Córrego Feijão da Mineradora Vale/SA no município de Brumadinho, espalhando uma espessa massa de rejeitos, com perdas humanas e materiais. Esse rejeito verteu pela microbacia do Ribeirão Ferro-Carvão, atingindo o rio Paraopeba. Ao chegar nesse corpo de água, o material pode tê-lo impactado por seus contaminantes associados e também por materiais e produtos que tenha carreado o deslocamento do rejeito.

Como responsável legal pelo monitoramento da qualidade da bacia do rio Paraopeba, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam) solicitou ao laboratório a realização de coletas e análises emergenciais da qualidade da água e sedimentos de fundo no rio Paraopeba, trabalho este que se iniciou no dia seguinte ao evento com o planejamento do roteiro e deslocamento da equipe para a área.

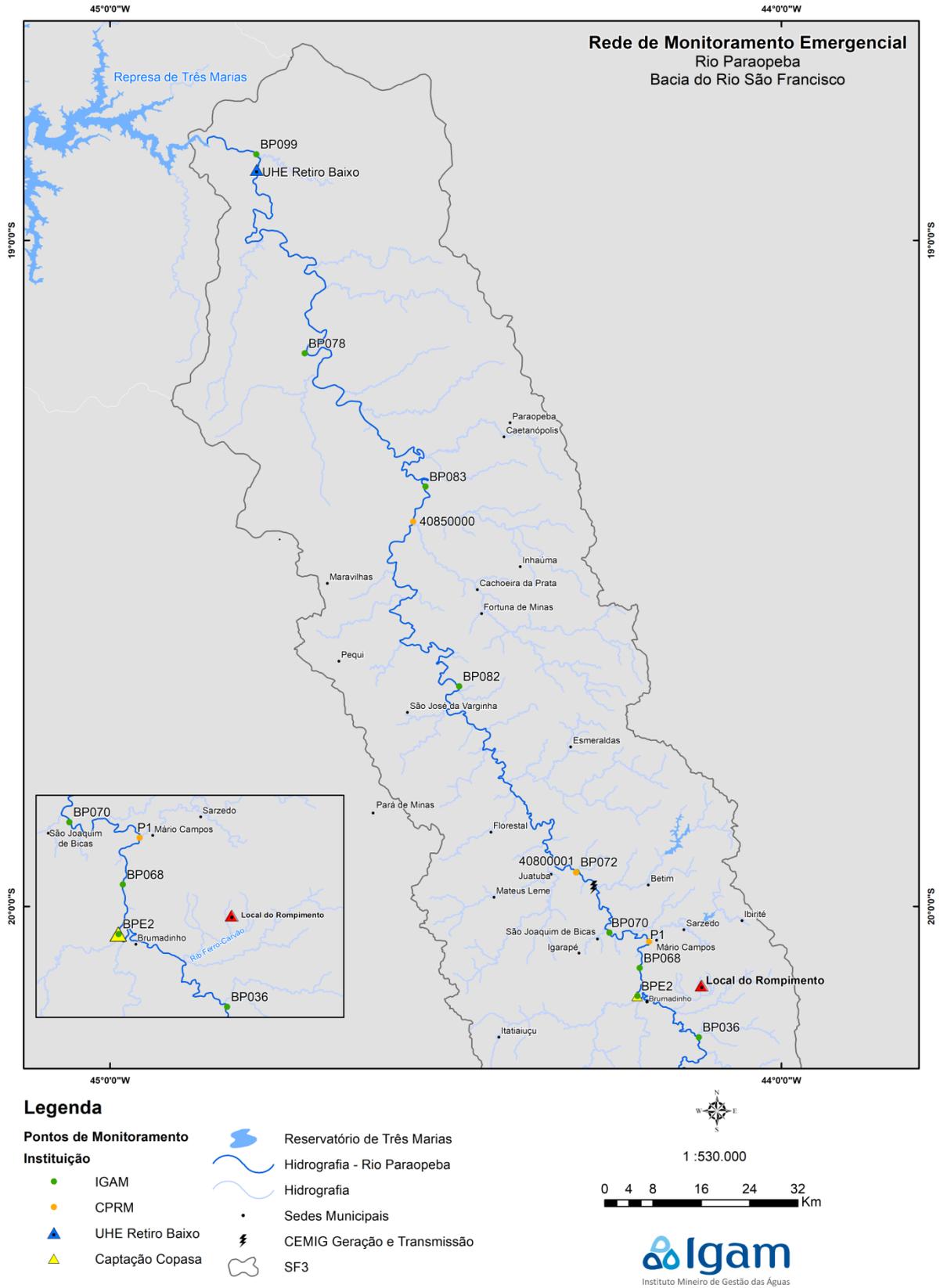
O plano emergencial contemplou a seleção dos pontos, dos parâmetros e da frequência da coleta das amostras, com o objetivo de avaliar o grau de interferência dos recursos hídricos afetados, permitindo, ainda, a avaliação dos níveis de poluição e degradação ambiental.

Foram avaliados os seguintes parâmetros nos sedimentos de fundo, com frequência semanal: alumínio, ferro e manganês . Também foram analisados os seguintes contaminantes: arsênio, cádmio, chumbo, cobre, cromo, mercúrio, níquel e zinco, além de outros elementos que possam ser detectados por varredura de raio X.

Na Tabela 1 são apresentadas as estações de monitoramento da calha nos corpos de água diretamente afetados pelo rompimento da barragem e os respectivos dias em que se iniciaram as coletas emergenciais para o acompanhamento da situação em função do evento. A localização geográfica dessas estações de monitoramento pode ser visualizada no mapa da Figura 1.

Este informativo foi gerado com os dados dos sedimentos coletados nos dias 27 e 28 de janeiro de 2019. Porém, devido ao lapso temporal específico de coleta, preparação e análise laboratorial de cada parâmetro, em cada ponto, os dados dos sedimentos serão atualizados semanalmente.

Figura 1: Localização Geográfica da Rede de Monitoramento Emergencial do rio Paraopeba.



**Tabela 1.** Descrição das estações de monitoramento avaliadas no monitoramento emergencial do rio Paraopeba pelo IGAM.

| Instituição | Estação | LAT/LONG |        | Município                        | Distância até a Barragem B1 | Descrição  | Data do início da coleta diária | Periodicidade        | Parâmetros                               |
|-------------|---------|----------|--------|----------------------------------|-----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|--|
|             |         |          |        |                                  |                             |  |                                 |                      |  |
| IGAM        | BP036   | -20,197  | -      | Brumadinho                       | 10 km*                      | Rio Paraopeba na localidade de Melo Franco   | 28/jan                          | 1x dia água          | Básicos<br>Série<br>Metais<br>Sedimentos |
|             |         |          | 44,123 |                                  |                             |  |                                 | 1x semana sedimentos |  |
| IGAM        | BPE2    | -20,135  | -      | Brumadinho                       | 19,7 km                     | Rio Paraopeba na captação da COPASA  | 26/jan                          | 1x dia água          |  |
|             |         |          | 44,215 |                                  |                             |  |                                 | 1x semana sedimentos |  |
| IGAM        | BP068   | -20,093  | -      | São Joaquim de Bicas             | 24,8 km                     | Rio Paraopeba 5 km a jusante da captação da COPASA em Brumadinho                             | 26/jan                          | 1x dia água          |  |
|             |         |          | 44,211 |                                  |                             |  |                                 | 1x semana sedimentos |  |
| IGAM        | BP070   | -20,04   | -      | Betim, São Joaquim de Bicas      | 42 km                       | Rio Paraopeba a jusante da foz do Ribeirão Sarzedo, próximo à cidade de São Joaquim de Bicas | 26/jan                          | 1x dia água          |  |
|             |         |          | 44,256 |                                  |                             |  |                                 | 1x semana sedimentos |  |
| IGAM        | BP072   | -19,949  | -      | Betim                            | 59 km                       | Rio Paraopeba a jusante da foz do Rio Betim, na divisa dos municípios de Betim e Juatuba     | 26/jan                          | 1x dia água          |  |
|             |         |          | 44,305 |                                  |                             |  |                                 | 1x semana sedimentos |  |
| IGAM        | BP082   | -19,670  | -      | Esmeraldas, São José da Varginha | 123,1 km                    | Rio Paraopeba na localidade de São José, em Esmeraldas                                       | 27/jan                          | 1x dia água          |  |
|             |         |          | 44,480 |                                  |                             |  |                                 | 1x semana sedimentos |  |
| IGAM        | BP083   | -19,370  | -      | Papagaios, Paraopeba             | 192,4 km                    | Rio Paraopeba logo após a foz do Ribeirão São João em Paraopeba                              | 27/jan                          | 1x dia água          |  |
|             |         |          | 44,530 |                                  |                             |  |                                 | 1x semana sedimentos |  |
| IGAM        | BP078   | -19,170  | -      | Curvelo, Pompéu                  | 250,9 km                    | Rio Paraopeba a jusante da foz do Rio Pardo em Pompéu  | 27/jan                          | 1x dia água          |  |
|             |         |          | 44,710 |                                  |                             |  |                                 | 1x semana sedimentos |  |
| IGAM        | BP099   | -18,871  | -      | Felixlândia, Pompéu              | 318,3 km                    | Rio Paraopeba a montante de sua foz na barragem de Três Marias                               | 27/jan                          | 1x dia água          |  |
|             |         |          | 44,787 |                                  |                             |  |                                 | 1x semana sedimentos |  |

\*Estações a montante do local do desastre. Dessa forma a distância medida se refere da estação até a confluência do córrego Ferro-Carvão com o rio Paraopeba.

## RESULTADOS

Devido à inexistência de padrões brasileiros para qualidade de sedimentos, consideraram-se os limites estabelecidos Resolução Conama nº 454 de 8 de novembro de 2012 que estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional.

Vale destacar que a Resolução Conama nº 454/2012 não estabelece valores orientadores para os metais ferro, alumínio e manganês. Dessa forma utilizou-se os valores orientadores Vicq (2015)<sup>1</sup> em sua pesquisa do Mapeamento Geoquímico e Estabelecimento de Valores e Referência (Background) de Sedimentos Fluviais do Quadrilátero Ferrífero.

Na Figura 2 são apresentados os primeiros resultados de ferro e manganês nos sedimentos do rio Paraopeba. Os resultados desses metais são expressos em porcentagem de peso seco (%) dada as suas importâncias relativas quanto à composição dos sedimentos que geralmente são encontrados. As coletas de sedimentos ocorreram no dia 27/01 nos pontos BP082, BP083, BP078 e BP099, e no dia 28/01 nos pontos BP036, BPE2, BP068, BP070 e BP072.

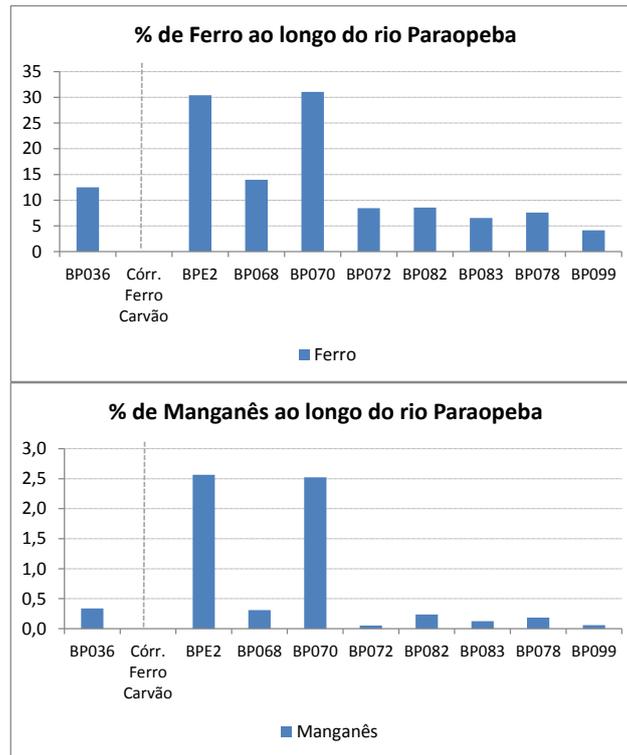
Os valores de referência de 28,10%, 4,52% e 0,33%, para ferro, alumínio e manganês, respectivamente utilizando a técnica de análise fractal, estabelecidos por Vicq (2015), serão utilizados no presente relatório como referência.

Destaca-se que nas datas de 27 e 28/01 a lama proveniente do rompimento da barragem havia atingido as estações BPE2, BP068 e BP070 (até São Joaquim de Bicas), segundo os mapas de “Condições de Avanço da Lama Oriunda da Barragem B1 da Mina Córrego do Feijão” elaborados pela Feam, e também em função das alterações da qualidade das águas publicadas nos Informativos diários do Igam. Diante disso, verificou-se a elevação dos teores de ferro nas estações BPE2 e BP070, chegando a atingir teores em torno de 30% para o ferro e 2,5% para o manganês. No trecho de montante do rio Paraopeba a montante do Ribeirão Ferro Carvão (BP036), não impactado pelo desastre, os teores desses dois metais foram em torno de 12% e 0,33%, respectivamente.

---

<sup>1</sup> COSTA, Raphael de Vicq Ferreira da. Mapeamento geoquímico e estabelecimento de valores de referência (background) de sedimentos fluviais do Quadrilátero Ferrífero. 2015. 185 f. Tese (Doutorado em Evolução Crustal e Recursos Naturais) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2015.

**Figura 2:** Resultados de ferro e manganês em sedimentos de fundo do rio Paraopeba nos dias 27 e 28 de janeiro de 2019.



Portanto, os teores de ferro e manganês encontrados nos pontos BPE2 e BP070 foram superiores aos valores de referência citados por Vicq (2015), e superiores aos valores encontrados no trecho a montante do impacto, sendo, portanto indicativos da presença do rejeito de mineração de ferro que extravasou da barragem. Destaca-se que na estação BP068, onde era esperado teor em torno de 30%, tal como observado nas estações impactadas, os valores foram bastante parecidos com a estação BP036 (que não recebeu impacto da lama de rejeitos proveniente da barragem B1). Esse resultado reflete a característica da conformação fluvial observada in loco nesse trecho (Figura 3), uma vez que nesse ponto há o predomínio da erosão e do transporte de sedimentos ao invés da deposição de sedimentos.



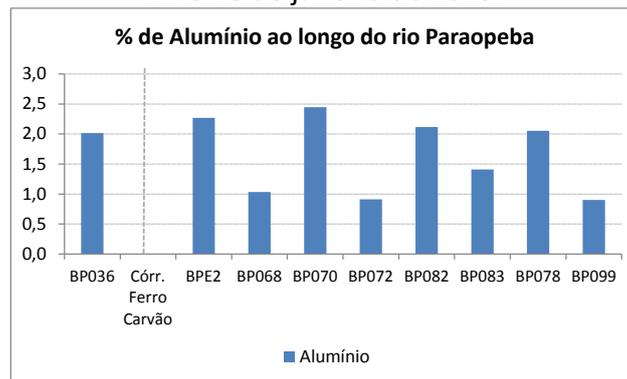
**Figura 3:** Característica da conformação fluvial da estação de monitoramento BP068 (Melo Franco/Brumadinho). Foto tirada em 28/01/19

Portanto os resultados de sedimentos corroboram com os resultados da qualidade das águas, que indicou que o trecho entre a captação da COPASA (BPE2) e a montante da termelétrica de Igarapé (BP070) nas datas de 27 e 28 de janeiro sofreram alteração dos níveis de qualidade, principalmente para o parâmetro turbidez.

Na Figura 4 são apresentados os primeiros resultados de alumínio nos sedimentos do rio Paraopeba, na área impactada pelo rompimento da barragem B1. O comportamento do alumínio se deu de forma bastante distinta ao observado para ferro e manganês. Observa-se ao longo de todo o rio Paraopeba que os valores de alumínio foram inferiores ao valor de referência indicado por Vicq (2015), que é de 4,52%. Observou-se ainda que os valores obtidos nos pontos BP068, BP072 e BP099, estiveram abaixo de 1%, sendo os menores registros de alumínio na calha. Esses resultados podem estar associados ao fato de que esses trechos possuem a característica comum de predomínio de erosão e transporte de sedimentos - os pontos BP072 e BP099 estão localizados logo a jusante de reservatórios.

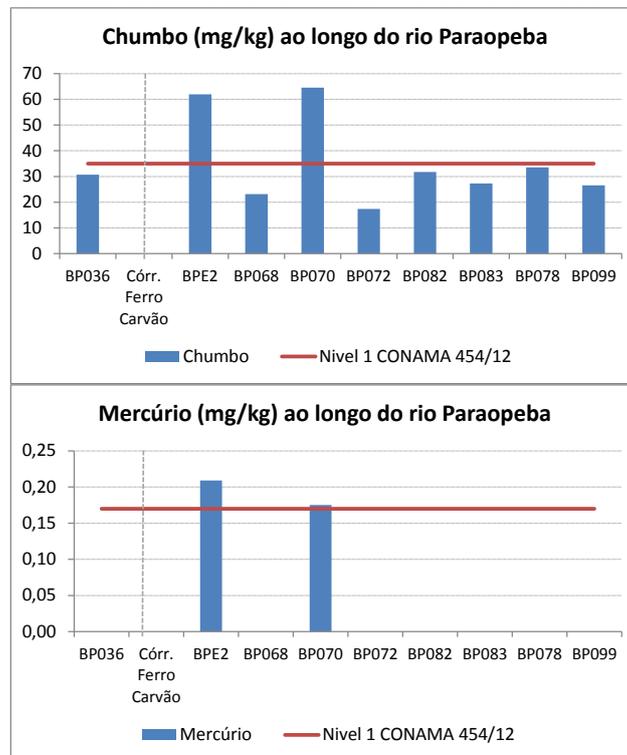
Os resultados de qualidade da água também acompanham este comportamento, uma vez que a ocorrência de alumínio é observada ao longo de todo o rio Paraopeba, mesmo naqueles trechos que ainda não haviam sido impactados pelo rejeito, nas datas de 27 e 28 de janeiro.

**Figura 4:** Resultados de alumínio em sedimentos de fundo do rio Paraopeba nos dias 27 e 28 de janeiro de 2019.



Na Figura 5 são apresentados os primeiros resultados de chumbo e mercúrio nos sedimentos do rio Paraopeba. Observa-se que os valores de chumbo e mercúrio estiveram acima do Nível 1 da Resolução Conama nº 454 de 2012 nas estações de amostragem localizadas no rio Paraopeba na captação da COPASA (BPE2) e a montante da termelétrica de Igarapé (BP070). O mercúrio somente foi detectado nos pontos BPE2 e BP070, ficando abaixo do limite de quantificação do método (0,02mg/Kg) nos demais pontos. Como já citado anteriormente o trecho (BP068) possui baixa capacidade de acúmulo de sedimentos, por isso os seus resultados não foram representativos do impacto do rejeito nos sedimentos de fundo.

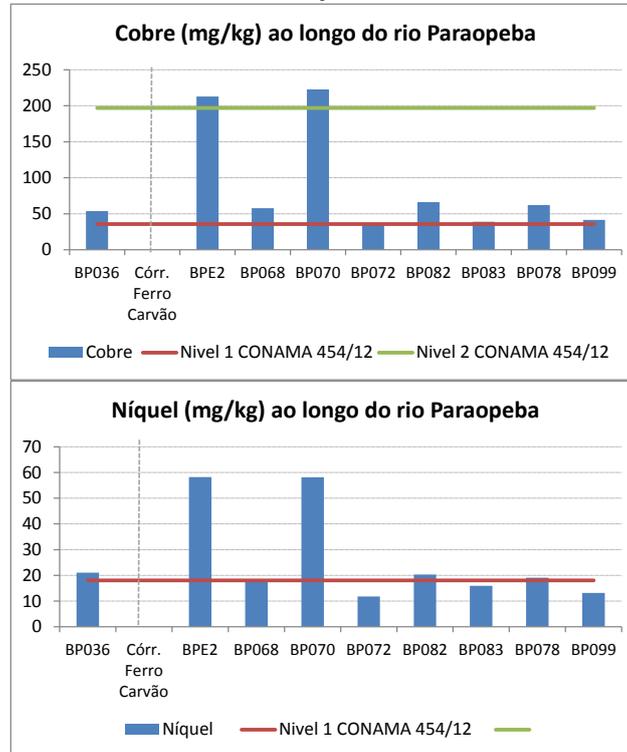
**Figura 5:** Resultados de chumbo e mercúrio em sedimentos.



Os metais cobre e níquel apresentaram o mesmo comportamento registrado para chumbo e mercúrio nos sedimentos de fundo, apresentando os maiores valores nos pontos BPE2 e BP070, sendo que, para o cobre ocorreu violação acima do Nível 2, e para o níquel acima do Nível 1 da Resolução Conama nº 454 de 2012 (Figura 6).

Registra-se que no dia 26/01 foi registrada a presença de níquel total nas águas superficiais nos pontos BPE2 e BP68, conforme apresentado no Informativo diário do IGAM nº 3, de 30/01/19. Já o cobre dissolvido não chegou a ser detectado nas águas superficiais do trecho em questão, até a presente data, pelas análises realizadas pelo IGAM.

Figura 6: Resultados de cobre e níquel em sedimentos de fundo do rio Paraopeba nos dias 27 e 28 de janeiro de 2019.

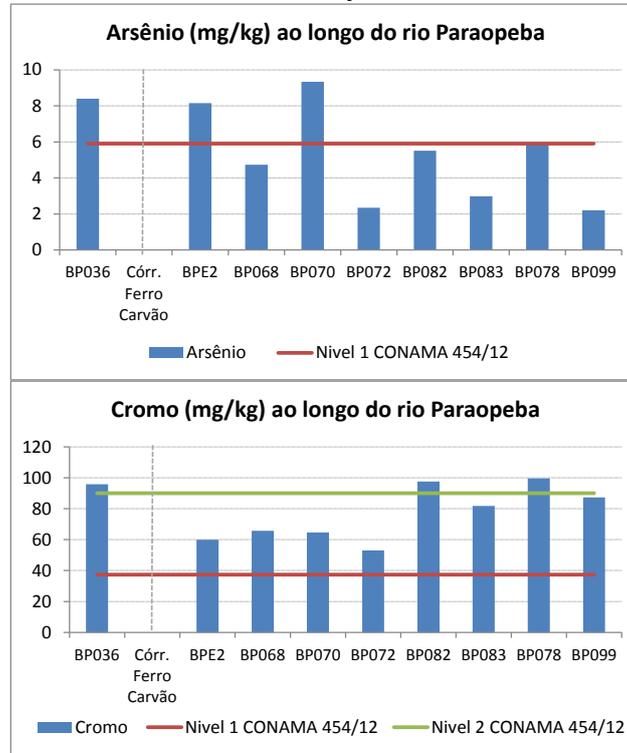


Na Figura 7 são apresentados os resultados de arsênio e cromo nos sedimentos de fundo. Valores de arsênio acima do Nível 1 foram registrados nos pontos BP036, BPE2 e BP070. Os valores elevados de arsênio obtidos nos pontos BPE2 e BP070 podem estar associados ao material presente no leito do rio Paraopeba, antes do rompimento da barragem B1, uma vez que o arsênio excedeu o Nível 1 também no ponto a montante da influência do córrego Ferro Carvão (BP036).

Com relação aos resultados de cromo os maiores valores (superiores ao nível 2) foram obtidos nos pontos que, no momento da coleta, ainda não haviam recebido impacto da lama, quais sejam: BP036, BP082, BP078 e BP099. Vale destacar que todos os resultados de cromo medidos na água superficial do rio Paraopeba foram inferiores ao limite de quantificação do método analítico (presença não detectada), e o arsênio não apresentou valores em discordância com os limites preconizados na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008 para águas de classe 2, nas análises do IGAM. Contudo, os dados do monitoramento realizado pela COPASA, no seu ponto

de captação em Brumadinho, apontam a presença de cromo nas suas medições de água superficial, conforme boletim Informativo de Qualidade das Águas Nº 12/2019<sup>2</sup>.

**Figura 7:** Resultados de arsênio e cromo em sedimentos de fundo do rio Paraopeba nos dias 27 e 28 de janeiro de 2019.



<sup>2</sup> 1 INFORMATIVO QUALIDADE ÁGUA Nº12/2019, disponível no link: [http://www.meioambiente.mg.gov.br/images/stories/2019/DESASTRE\\_BARRAGEM\\_B1/informativos\\_qualidade\\_agua/Informativo\\_12\\_IGAM\\_COPASA\\_CPRM\\_1.pdf](http://www.meioambiente.mg.gov.br/images/stories/2019/DESASTRE_BARRAGEM_B1/informativos_qualidade_agua/Informativo_12_IGAM_COPASA_CPRM_1.pdf)

**Elaboração do Boletim:**

GERÊNCIA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS  
INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS