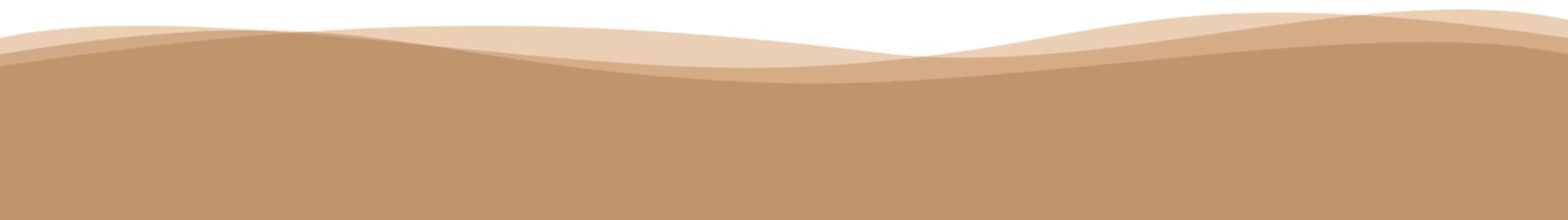


Informativo Nº 2

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, 20 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 (Igama) 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 e no dia 04 de fevereiro de 2019.

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

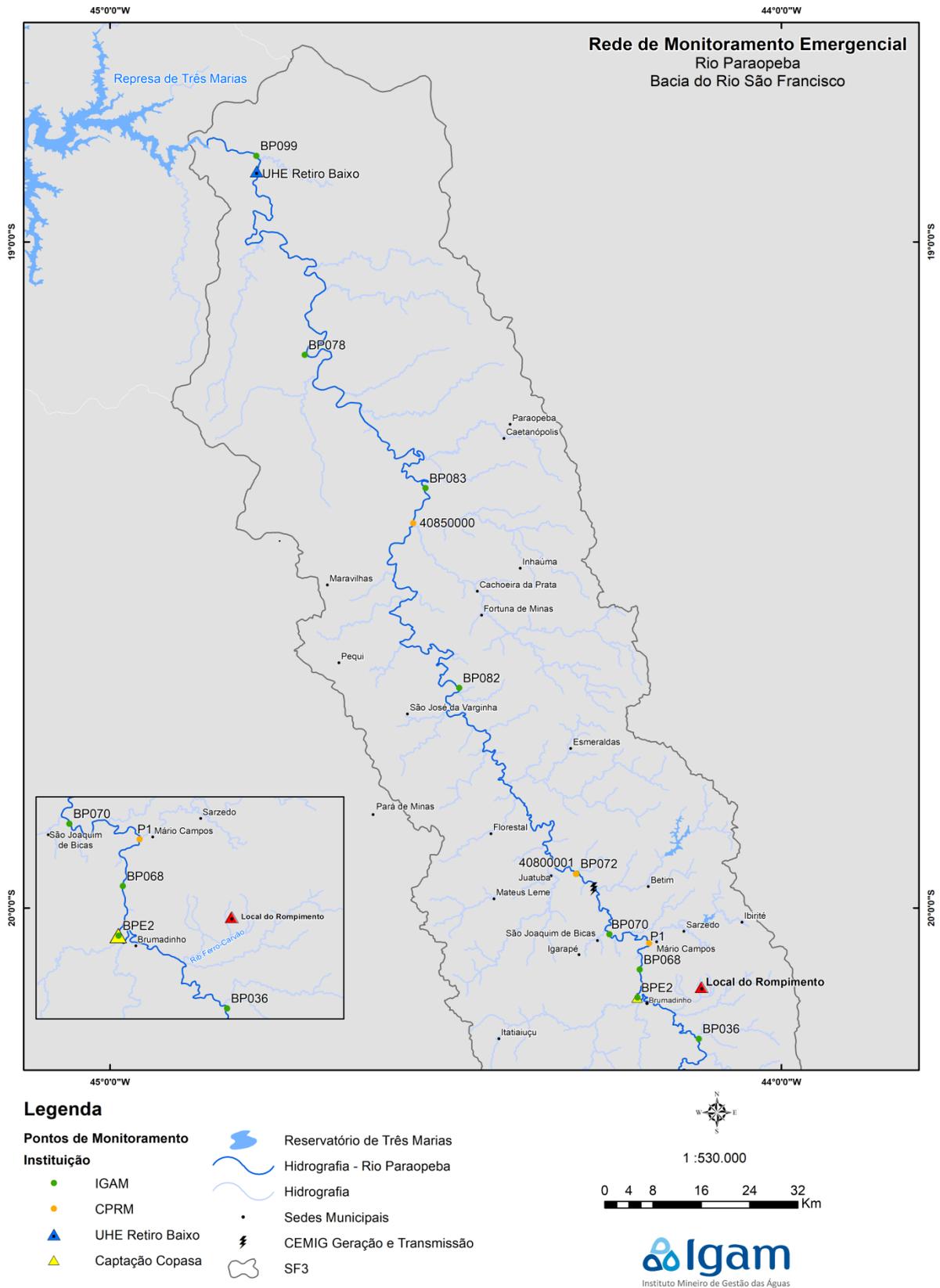


Tabela 1. Descrição das estações de monitoramento avaliadas no monitoramento emergencial do rio Paraopeba pelo IGAM.

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	Série Metais 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 pelo Conselho de Meio Ambiente (CONAMA) por meio de sua Resolução nº 454 de 8 de novembro de 2012. Esta resolução define limites de contaminantes em sedimentos para fins de dragagem de leitos de cursos d'água, bem como outras orientações. De acordo com Barbieri, 2015¹, os limites definidos pela resolução mencionada para os metais estudados baseiam-se nas orientações emitidas pelo Conselho Canadense de Ministros de Meio Ambiente (Canadian Council Of Ministers Of The Environment - CCME), as Diretrizes de Qualidade para a Análise de Sedimentos.

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)² 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 resultados de ferro e manganês dos sedimentos coletados nos dias 27 e 28/01 e 04/02 de 2019 no 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, e no dia 04/02 em todos os pontos da calha.

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.

De acordo com os Informativo Diário dos Parâmetros de Qualidade Das Águas publicado pelo IGAM, na data de 04/02 alterações na qualidade das águas já eram observadas até São Joaquim de Bicas (BP070), em função do avanço da lama de rejeitos.

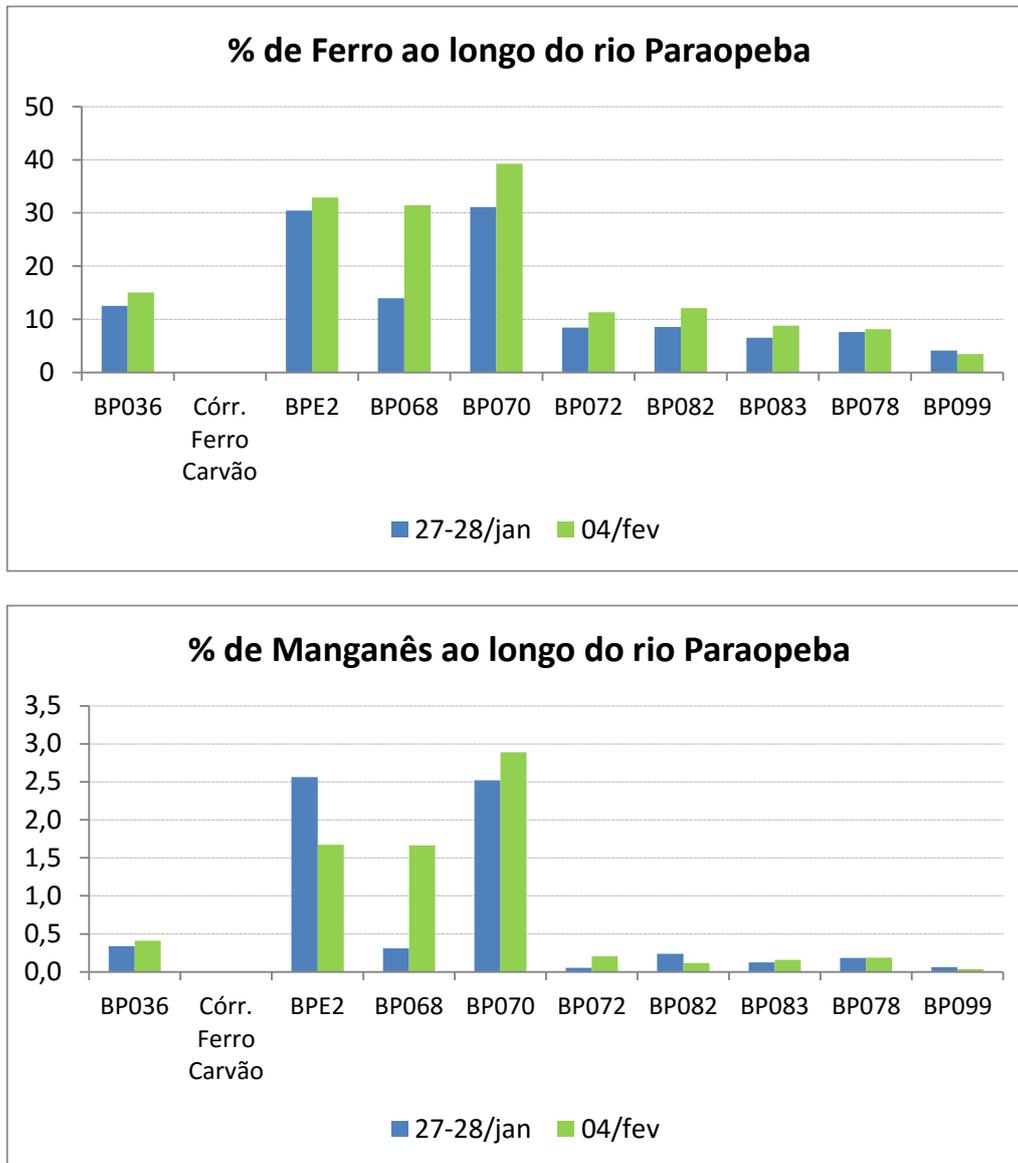
Os resultados de ferro e manganês nos sedimentos corroboram com essas evidências, de que até no dia 04 de fevereiro de 2019 a lama provenientes dos rejeitos da barragem B1 havia alcançado aproximadamente 42km ao longo da calha do rio Paraopeba. Verifica-se na Figura 2 que houve elevação dos teores de ferro e manganês nas estações BPE2, BP068 e BP070, chegando a atingir teores em torno de 30% para o

¹ BARBIERI, C. B. Caracterização de crime ambiental de poluição por meio de abordagem multiparamétrica e incorporando incerteza de amostragem. 2015. 194 f. Tese (Doutorado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear – Materiais) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), São Paulo.

² 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.

ferro e 2,5% para o manganês. No trecho 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.

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, BP068 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. Destaque para a elevação dos níveis de ferro e manganês em 04/02 na estação do rio Paraopeba 5 km a jusante da captação da COPASA (BP068), na comparação com a coleta anterior (28/01). Esse fato pode estar associado a uma melhor representatividade da amostra no momento da coleta. Como já destacado no primeiro informativo de sedimentos, esses resultados refletem a característica da morfologia fluvial observada *in loco* (Figura 3), uma vez que nesse ponto há o predomínio da erosão e do transporte de

sedimentos ao invés da deposição, o que é um fator que dificulta uma amostragem mais representativa.



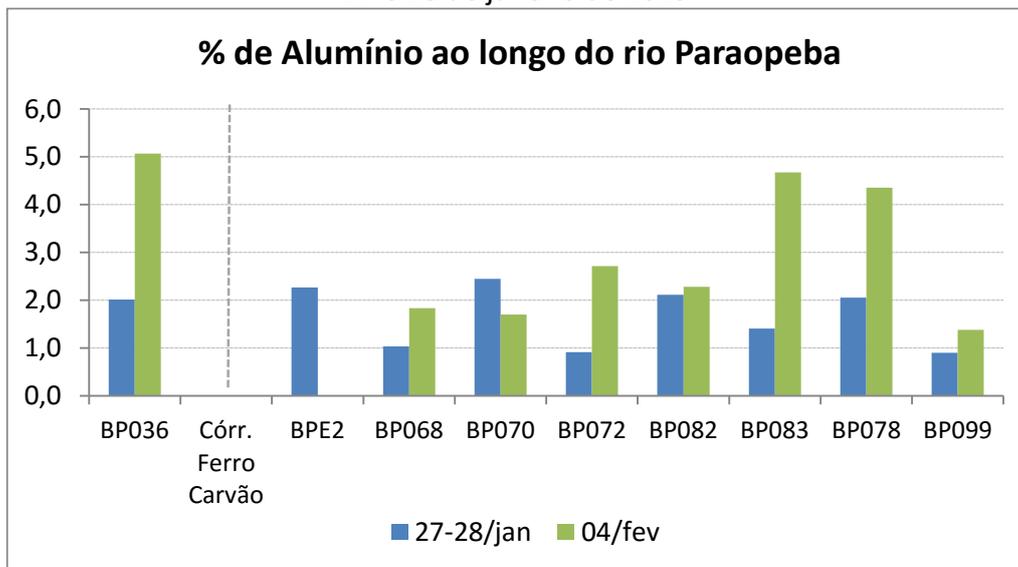
Figura 3: Característica da conformação fluvial da estação de monitoramento BP068 (Melo Franco/Brumadinho). Foto tirada em 18/02/19

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 e 04 de fevereiro sofreram alteração dos níveis de qualidade, principalmente para o parâmetro turbidez.

Na Figura 4 são apresentados os 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. Na última coleta realizada em 04 de fevereiro observou-se elevação dos níveis de alumínio em trechos que não receberam impacto da lama de rejeitos da barragem B1, quais sejam: rio Paraopeba na localidade de Melo Franco (BP036), rio Paraopeba logo após a foz do Ribeirão São João em Paraopeba (BP083) e rio Paraopeba a jusante da foz do Rio Pardo em Pompéu (BP078). Nesses trechos os valores de alumínio em 04/02 foram superiores ao valor de referência indicado por Vicq (2015), que é de 4,52%.

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 e em 04 de fevereiro de 2019.

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



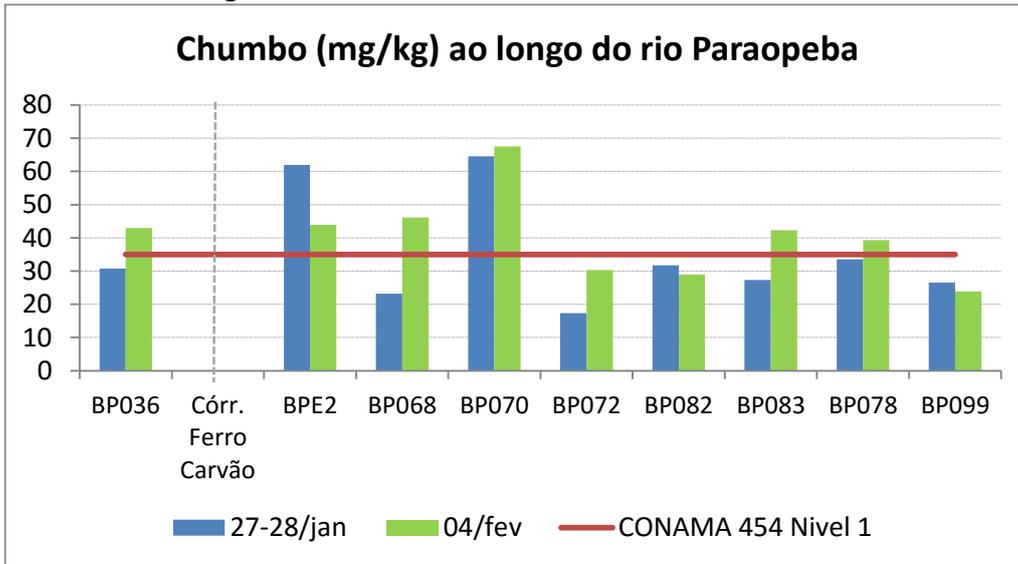
As concentração dos metais pesados e arsênio nos sedimentos foram comparadas com os limites estabelecidos pelo Nível I, para águas doces, da Resolução Conama nº 454 de 2012.

Na Figura 5 são apresentados os resultados de chumbo nos sedimentos do rio Paraopeba. Observa-se que no dia 04/02 os valores de chumbo estiveram acima do Nível 1 da referida resolução nas estações de amostragem localizadas no rio Paraopeba na localidade de Melo Franco (BP036), na captação da COPASA (BPE2), 5 km a jusante da captação da COPASA em Brumadinho (BP068), a jusante da foz do Ribeirão Sarzedo, próximo à cidade de São Joaquim de Bicas (BP070), logo após a foz do Ribeirão São João em Paraopeba (BP083) e a jusante da foz do Rio Pardo em Pompéu (BP078).

Apesar de valores de chumbo se apresentarem acima do nível I em estações de amostragem que até a presente data não receberam impacto dos rejeitos, tais como BP036, BP083 e BP078, só foi possível verificar uma maior concentração de chumbo nos sedimentos, possivelmente em função dos rejeitos oriundos da Barragem B1, no trecho entre Brumadinho e na divisa entre São Joaquim de Bicas e Betim (entre o BPE2 e BP070), na data de 04/02.

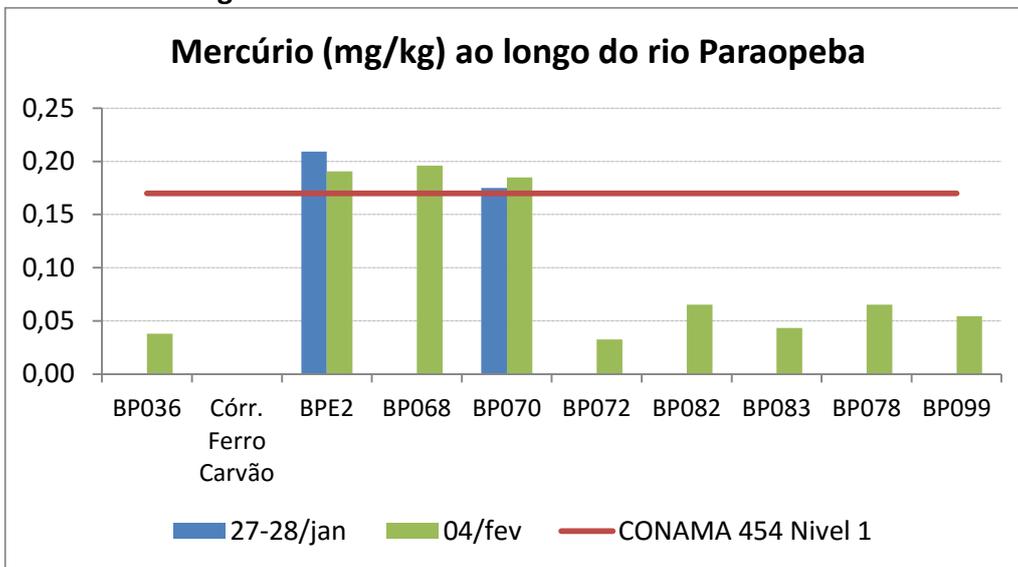
No que se refere aos resultados da água superficial observa-se que violações ao limite de classe 2 nas águas superficiais, na data da última coleta de sedimentos (4/02), foram registradas no pontos BPE2 e BP068 (a uma distância de aproximadamente 25km), corroborando com os resultados dos sedimentos que apresentaram valores de chumbo acima do Nível I, nestas estações (Figura 5). Exceção apenas para a estação BP070, cujos resultados medidos na água superficial não apontaram a presença de violação para o chumbo até a data de 04/02/19.

Figura 5: Resultados de chumbo em sedimentos.



Na Figura 6 são apresentados os resultados de mercúrio nos sedimentos do rio Paraopeba. Valores de mercúrio total acima do nível 1 da CONAMA 454/12, na medição de 04/02, foram registrados nas estações BPE2, BP068 e BP070 (primeiros 42km).

Figura 6: Resultados de mercúrio em sedimentos.

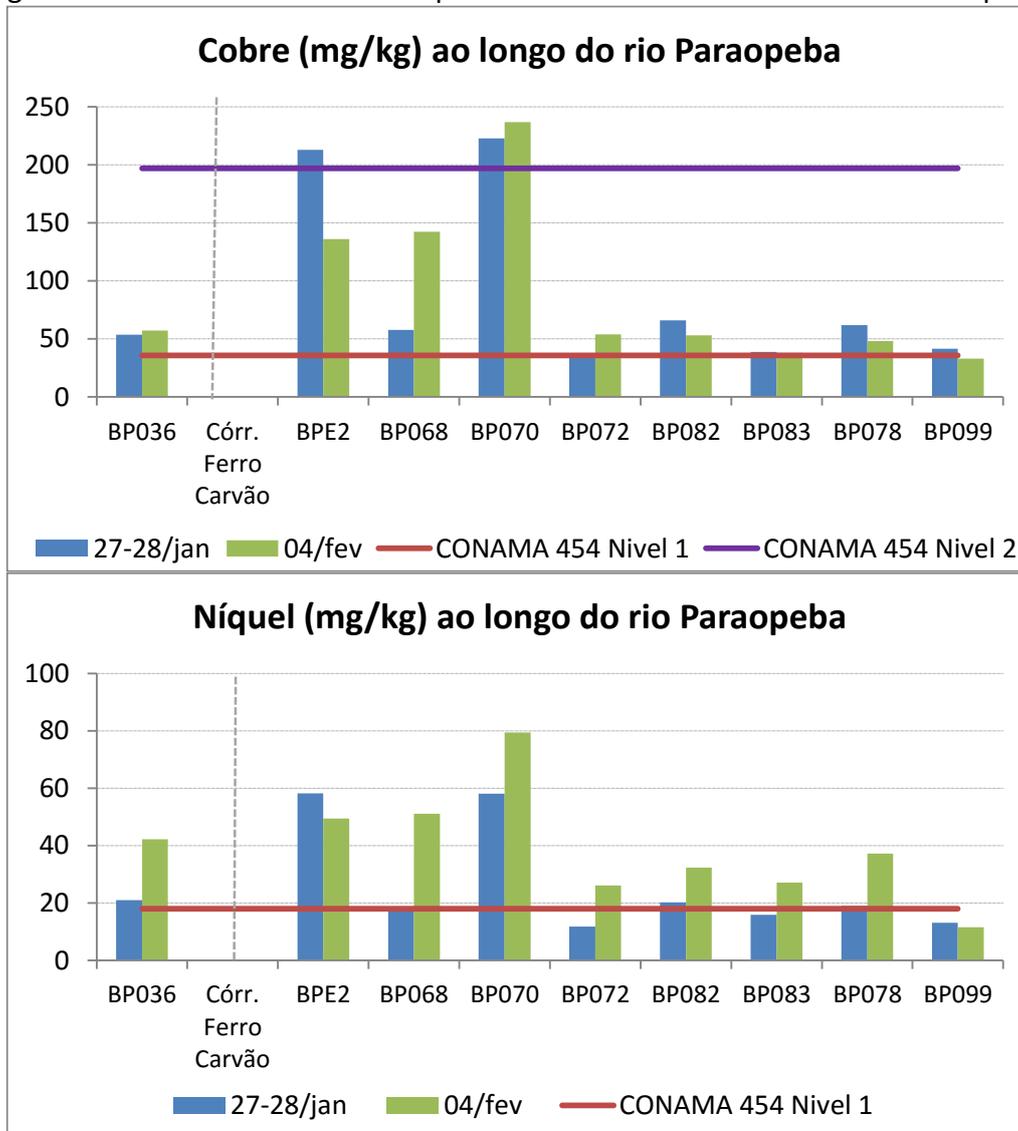


Na Figura 7 são apresentados os resultados de cobre e níquel nos sedimentos do rio Paraopeba. Os metais cobre e níquel apresentaram o mesmo comportamento registrado para chumbo e mercúrio nos sedimentos de fundo, apresentando os maiores valores entre os pontos BPE2 e BP070, sendo que, para o cobre ocorreu violação aos valores estabelecidos para o Nível 2 da Resolução CONAMA (limiar acima do qual a maior probabilidade de efeitos adversos a biota aquática), e para o níquel acima do Nível 1 da Resolução Conama nº 454 de 2012.

Registra-se que para as águas superficiais até o dia 04/02 foram registradas violações dos valores de níquel em apenas duas datas, dias 26 e 31 de janeiro, somente nas

estações BPE2 e BP068. Já o cobre dissolvido não chegou a ser detectado nas águas superficiais do trecho em questão, até a data de 04/02, pelas análises realizadas pelo IGAM.

Figura 7: Resultados de cobre e níquel em sedimentos de fundo do rio Paraopeba.

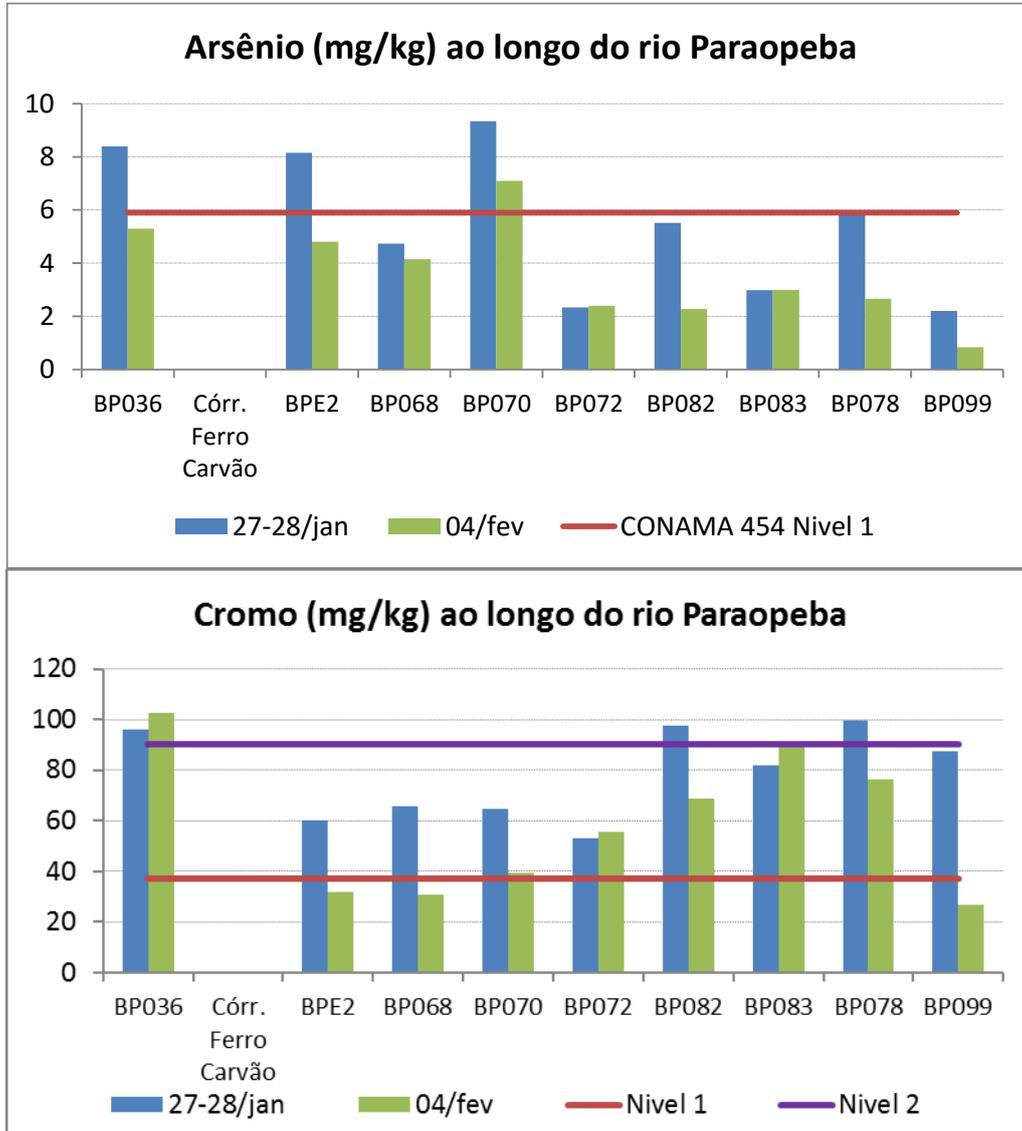


Na Figura 8 são apresentados os resultados de arsênio e cromo nos sedimentos de fundo. Valores de arsênio acima do Nível 1 foram registrados nos pontos BP036, BPE2 e BP070. Os valores elevados de arsênio obtidos nos pontos BPE2 e BP070 podem estar associados ao material presente no leito do rio Paraopeba, 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, BP083 e BP078. Vale destacar que todos os resultados de cromo medidos na água superficial no monitoramento diário do rio Paraopeba realizado pelo Igam 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 18/2019³.

Figura 7: Resultados de arsênio e cromo em sedimentos de fundo do rio Paraopeba.

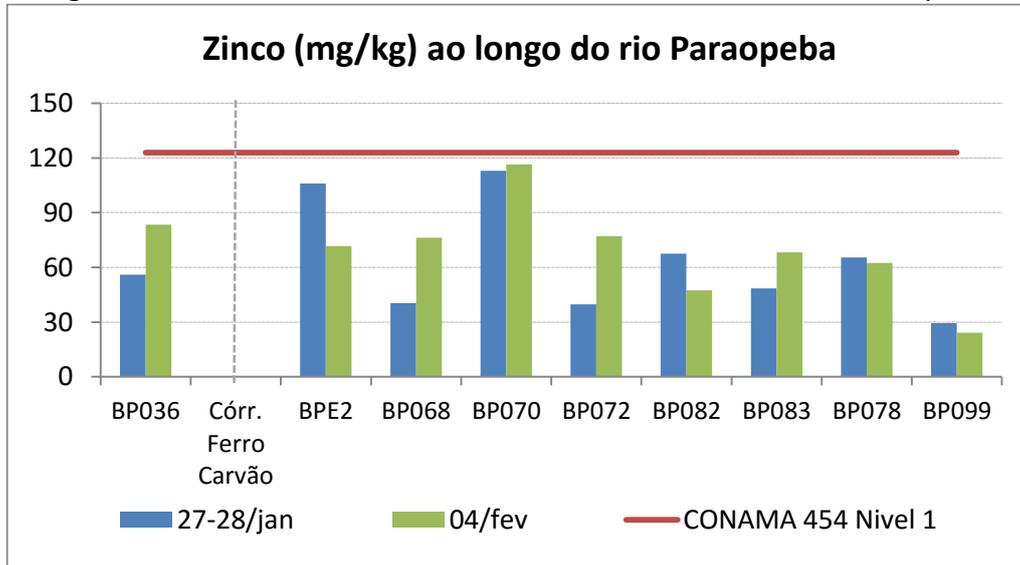


Na Figura 9 são apresentados os resultados de zinco nos sedimentos de fundo. Não foram registrados valores de chumbo acima do Nível 1 da Resolução CONAMA 454/12. Contudo, é possível perceber que os valores mais elevados também ocorreram nos primeiros 42 km do rio Paraopeba após o Ribeirão Ferro-Carvão (BPE2, BP068 e BP070).

³ 1 INFORMATIVO QUALIDADE ÁGUA Nº18/2019, disponível no link: http://www.meioambiente.mg.gov.br/images/stories/2019/DESASTRE_BARRAGEM_B1/informativos_qualidade_agua/Informativo_18_IGAM_COPASA_CPRM_2.pdf

No que se refere aos resultados de águas superficiais durante o monitoramento emergencial do rio Paraopeba registrou-se violação do limite de classe somente no ponto BP068, um dia após o rompimento (26/01).

Figura 8: Resultados de zinco em sedimentos de fundo do rio Paraopeba.



Elaboração do Informativo:

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

Equipe Técnica

Carolina Cristiane Pinto
Mariana Elissa Vieira de Souza
Matheus Duarte Santos
Regina Márcia Pimenta Assunção
Roberta Silva OCampos
Sérgio Pimenta Costa
Vanessa Kelly Saraiva
Katiane Cristina de Brito Almeida
Heitor Soares Moreira
Marília Carvalho de Melo