



Resumo da qualidade das águas nos locais monitorados ao longo do rio Paraopeba, após o rompimento das barragens no complexo da Mina Córrego do Feijão da Mineradora Vale/SA, município de Brumadinho - Minas Gerais

Apresentação

O Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) realiza, desde 1997, o monitoramento da qualidade das águas superficiais no estado de Minas Gerais, incluindo a bacia do rio Paraopeba. A partir do rompimento da Barragem (B-I) e na sequência as barragens (B-IV e B-IV-A), o IGAM iniciou também o monitoramento de sedimentos no rio Paraopeba.

No dia 25 de janeiro de 2019, as barragens (B-I, B-IV e B-IV-A) de rejeitos, pertencentes ao complexo da Mina Córrego do Feijão da mineradora Vale S.A. se romperam atingindo o ribeirão Ferro-Carvão em direção ao rio Paraopeba, no município de Brumadinho. Um dia após o rompimento das barragens, o monitoramento foi intensificado ao longo da calha do rio Paraopeba, com o objetivo de avaliar e acompanhar o avanço do material que estava depositado nas barragens e as consequentes alterações na qualidade das águas, nos sedimentos e os níveis de poluição.

O planejamento da rede de monitoramento foi elaborado entre os parceiros Igam, Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa), Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e Agência Nacional de Águas (ANA), no qual foram estabelecidos pontos extras de monitoramento, bem como a frequência das coletas. Este monitoramento especial será realizado enquanto for necessário, sendo pontos e frequência continuamente avaliados, conforme os resultados obtidos.

Projeto Águas de Minas

O Igam realiza rotineiramente o monitoramento da qualidade das águas superficiais das bacias hidrográficas de Minas Gerais. Na calha do rio Paraopeba, o monitoramento era realizado por meio de oito estações. Após o rompimento das barragens, a rede foi ampliada, e atualmente possui 15 pontos na calha do rio Paraopeba distribuídos no trecho que vai do município de Brumadinho até o reservatório de Três Marias.

Mais informações: <https://bit.ly/2XDRNrO>

A Rede de amostragem

Os pontos de monitoramento estão localizados na calha do rio Paraopeba, desde o trecho anterior (montante) da área impactada pelo rompimento, passando pela área atingida (município de Brumadinho) até o Reservatório de Três Marias, somando no total 16 pontos com o ribeirão do Gomes (BPE9). O Quadro 1 apresenta a localização desses pontos, bem como as características de cada um deles.

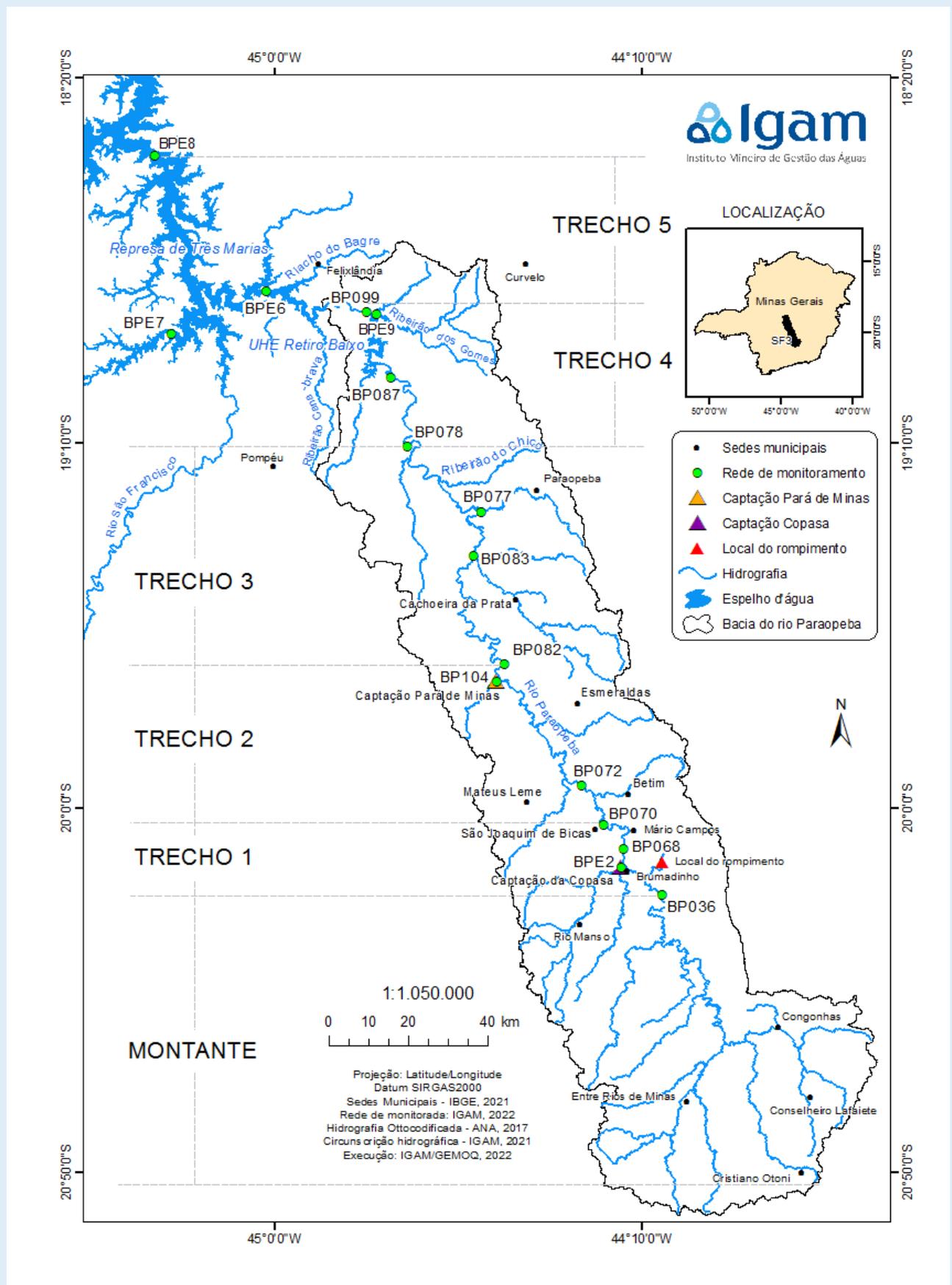
Quadro 1 – Localização e características dos pontos monitorados

Trecho	Pontos	Município	Km	Descrição
Montante	BP036		-10	Anterior à área impactada pelo rompimento
1	BPE2	Brumadinho	20	Sistema Paraopeba de captação da Copasa
	BP068	Mário Campos	25	5 km após a captação da Copasa
	BP070	São Joaquim de Bicas	42	Após a foz do ribeirão Sarzedo
	BP072	Betim	59	Após a foz do rio Betim, divisa com Juatuba
2	BP104*	Pará de Minas	116	Captção de água da SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto)
	BP082	Esmeraldas	123	Após a captação de água da SAAE em Pará de Minas
	BP083	Paraopeba	192	Após a foz do ribeirão São João
BP077	203		Captção da Copasa	
3	BP078	Curvelo	251	Após a foz do rio Pardo
	BP087	Pompéu	279	Antes da Usina Hidrelétrica (UHE) de Retiro Baixo
4	BPE9	Felixlândia	315	Ribeirão dos Gomes com foz após a UHE de Retiro Baixo
	BP099		318	Após a UHE de Retiro Baixo e antes de sua foz na UHE Três Marias
	BPE6		353	Remanso da Represa de Três Marias
5	BPE7	Abaeté	400	Remanso da Represa de Três Marias
	BPE8	Três Marias	423	Dentro da represa de Três Marias

*O ponto BPE4, localizado na captação de água da SAAE em Pará de Minas foi renomeado para BP104.

O mapa da Figura 1 representa as localizações dos pontos de monitoramento (trecho de montante ao Trecho 5) de qualidade das águas superficiais.

Figura 1 - Localização geográfica da rede de monitoramento do rio Paraopeba



Os dados e o enquadramento do rio Paraopeba

Os dados apresentados neste Boletim correspondem a:

- Resultados máximos da série histórica antes do rompimento das barragens (B-I, B-IV e B-IV-A), monitoramento que já era realizado pelo IGAM;
- Resultados máximos e mínimos dos primeiros 60 dias após o rompimento das barragens (B-I, B-IV e B-IV-A);
- Resultados de janeiro e fevereiro de 2023.

Parâmetros considerados neste boletim:

- Alumínio dissolvido
- Chumbo total
- Mercúrio total
- Turbidez
- Manganês total
- Ferro total
- Ferro dissolvido

O rio Paraopeba, no trecho impactado pelo rompimento das barragens (B-I, B-IV e B-IV-A), está enquadrado como Classe 2 pela Deliberação Normativa do Conselho Estadual de Política Ambiental (Copam) nº 14/1995. Assim, os valores obtidos no monitoramento foram confrontados com os limites estabelecidos para Classe 2 na Deliberação Normativa Conjunta Copam/CERH-MG nº 08/2022 e da Resolução Conama nº 357/2005, que dispõem sobre a classificação dos corpos de água e as diretrizes ambientais para o seu enquadramento.

Resultados

Primeiras semanas do monitoramento

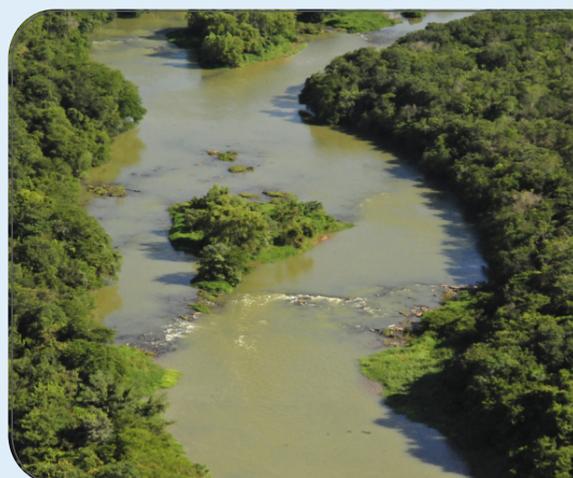
De maneira geral, observa-se que, na primeira semana de monitoramento após o rompimento das barragens, os maiores impactos sobre o ribeirão Ferro-Carvão e o rio Paraopeba ocorreram nos primeiros 40 km de extensão, distância medida desde as barragens que se romperam até a estação de monitoramento BP070, atingindo os municípios de Brumadinho a São Joaquim de Bicas (Trecho 1). Esse trecho ficou totalmente impactado, inviabilizando o uso da água para as mais diversas finalidades, pois apresentavam valores elevados de turbidez, ferro, manganês, alumínio e presença de metais pesados como chumbo e mercúrio.

Nas semanas seguintes foram observadas oscilações para os parâmetros turbidez, ferro total, manganês total, chumbo total e mercúrio total também nos arredores dos municípios de Betim, Esmeraldas, São José da Varginha, Papagaios, Paraopeba, Curvelo e Pompéu (Trechos 2 e 3). Essas oscilações ocorreram sobretudo devido ao período de chuvas que contribuiu com a remobilização do rejeito depositado no leito do rio no trecho de montante mais próximo ao rompimento que sofreu o maior impacto (Trecho 1).

Recomendação

O IGAM reforça que ainda se mantém a recomendação de não utilização da água bruta do rio Paraopeba para qualquer fim, como medida preventiva, no trecho que abrange os municípios de Brumadinho até o limite da UHE de Retiro Baixo em Pompéu (aproximadamente 250 km de distância do rompimento).

Não há restrição de uso da água bruta nos trechos que estão antes do município de Brumadinho (antes do trecho afetado pelo rompimento) e depois da UHE Retiro Baixo.



Última medição - fevereiro de 2023

Os resultados contidos neste Boletim Informativo do Cidadão foram avaliados para as amostragens de águas superficiais coletadas nos dias 1 e 2 de fevereiro de 2023. Um dia antes das coletas o período foi marcado por chuvas em algumas regiões da bacia do Paraopeba, conforme registros da ANA/INMET¹. Segundo as informações das estações da ANA/INMET, o mês de fevereiro apresentou chuvas irregulares, alguns dias sem chuvas, e tempestades pontuais.

Os parâmetros violados, em fevereiro de 2023, para cada estação de monitoramento e seus respectivos municípios estão apresentados na Tabela 1. Dentre os 16 pontos de amostragem, a exceção da estação BPE8 localizadas dentro do reservatório de Três Marias, todas as demais apresentaram pelo menos um parâmetro desconforme (com violações - cor vermelha), de acordo com a Deliberação Normativa Conjunta Copam/CERH-MG nº 08/2022 sobre os limites legais estabelecidos para Classe 2.

Tabela 1 - Estações monitoradas que apresentaram parâmetros violados e sem violações para resultados de fevereiro de 2023

Estação de monitoramento	Parâmetros						
	Alumínio dissolvido	Chumbo total	Mercúrio total	Turbidez	Manganês total	Ferro total	Ferro dissolvido
BP036 - Brumadinho							
BPE2 - Brumadinho							
BP068 - Mário Campos							
BP070 - São Joaquim de Bicas							
BP072 - Betim							
BP104 - Pará de Minas							
BP082 - Esmeraldas							
BP083 - Paraopeba							
BP077 - Paraopeba							
BP078 - Curvelo							
BP087 - Pompéu							
BPE9 - Felixlândia							
BP099 - Felixlândia							
BPE6 - Felixlândia							
BPE7 - Abaeté							
BPE8 - Três Marias							

Legenda das cores	
	Violação
	Sem violação

Cores das tabelas

Nas tabelas de resultados que serão apresentadas, a tonalidade marrom da célula indica valores acima do limite estabelecido na DN Copam-CERH nº 08 de 2022. Quanto mais escuro o tom de marrom, maior o valor, levando em consideração o conjunto de resultados obtidos no monitoramento.

Escala tricolor			
Valor	Até o Limite DN 08/22	De 2 x a 10 x Limite DN 08/22	Acima de 10 x Limite DN 08/22
Cor			
Visualização			

Alumínio dissolvido

O Quadro 2 apresenta as estações (trechos e municípios) correspondentes aos valores máximos de alumínio dissolvido, obtidos para cada ponto de monitoramento na série histórica antes do rompimento (ano de 2000 a 2018), os valores de máximo e mínimo obtidos nos primeiros 60 dias após o rompimento (ano de 2019) e os valores obtidos nos meses de janeiro e fevereiro de 2023.

Quadro 2 - Resultados do Alumínio dissolvido (mg/L)

Alumínio dissolvido (mg/L)								
Estação			2000-2018 (Série Hist.)	Série emergencial até 60 dias após rompimento em 2019		janeiro de 2023	fevereiro de 2023	
Trecho	Pontos	Município	Máximo	Máximo	Mínimo	Resultado	Resultado	
1	montante	Brumadinho	BP036	0,35	1,17	0,17	0,52	0,52
	BPE2		sem dados	0,71	0,02	0,17	0,38	
	BP068	Mário Campos	0,54	0,63	0,02	0,17	0,54	
	BP070	São Joaquim de Bicas	0,60	0,76	0,02	0,23	1,20	
2	BP072	Betim	0,68	0,86	0,05	0,23	0,54	
	BP104	Pará de Minas	sem dados	0,80	0,10	0,23	0,39	
	BP082	Esmeraldas	0,36	1,09	0,06	0,26	0,21	
3	BP083	Paraopeba	0,18	1,45	0,10	0,31	0,27	
	BP077		sem dados	sem dados	sem dados	0,30	0,19	
	BP078	Curvelo	0,39	1,57	0,16	0,62	0,26	
	BP087	Pompéu	sem dados	sem dados	sem dados	0,35	0,37	
4	BPE9	Felixlândia	sem dados	sem dados	sem dados	0,11	0,13	
	BP099		0,26	1,16	0,12	0,25	0,23	
5	BPE6	Três Marias	sem dados	0,05	0,02	0,14	0,31	
	BPE7		sem dados	0,03	0,02	0,06	0,14	
	BPE8		sem dados	0,13	0,02	0,04	0,06	

Limite Classe 2 DN 08/2022: 0,1 mg/L

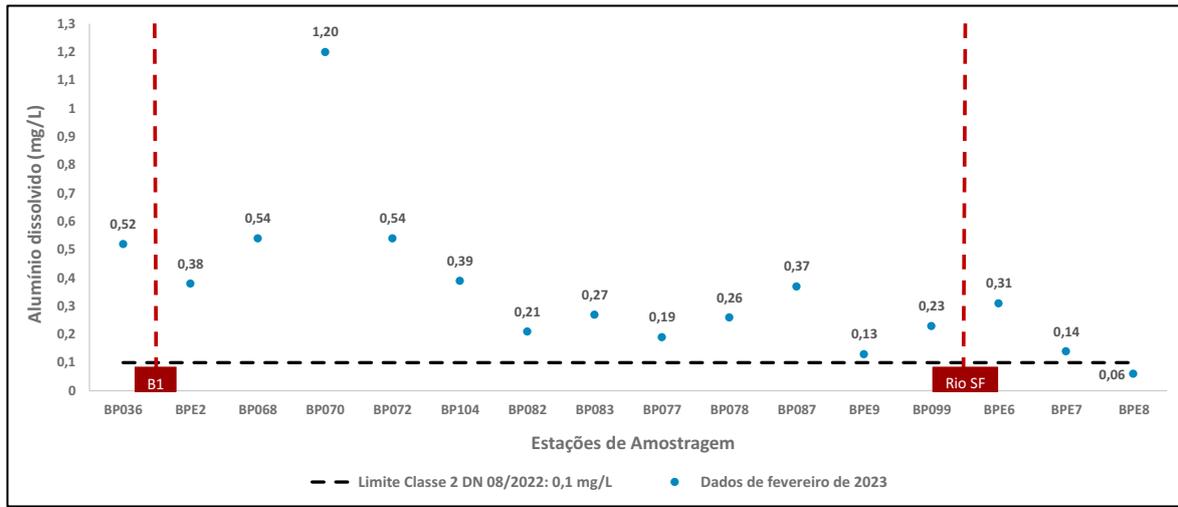
Nesse Quadro 2, conforme escala de cores, é possível verificar que no mês de fevereiro de 2023, os resultados de alumínio dissolvido mostram violações acima do limite legal (0,1 mg/L) estabelecido pela legislação DN Copam-CERH nº 08 de 2022 em quase todas as estações de monitoramento do trecho de montante (Brumadinho - BP036) até o trecho 5 (Abaeté- BPE7).

No gráfico da Figura 3 é possível visualizar os resultados de alumínio dissolvido de fevereiro de 2023 para cada estação de monitoramento que apresentaram limite de classe acima do estabelecido pela legislação. Observa-se que os municípios que apresentaram violações (acima da linha tracejada preta) correspondem a Brumadinho (BP036 e BPE2), Mário Campos (BP068), São Joaquim de Bicas (BP070), Betim (BP072), Pará de Minas (BP104), Esmeraldas (BP082), Paraopeba (BP083; BP077), Curvelo (BP078), Pompéu (BP087), Felixlândia (BPE9- ribeirão do Gomes; Bp099 - depois da UHE de Retiro Baixo; BPE6 - reservatório de Três Marias) e Abaeté (BPE7 - reservatório de Três Marias).

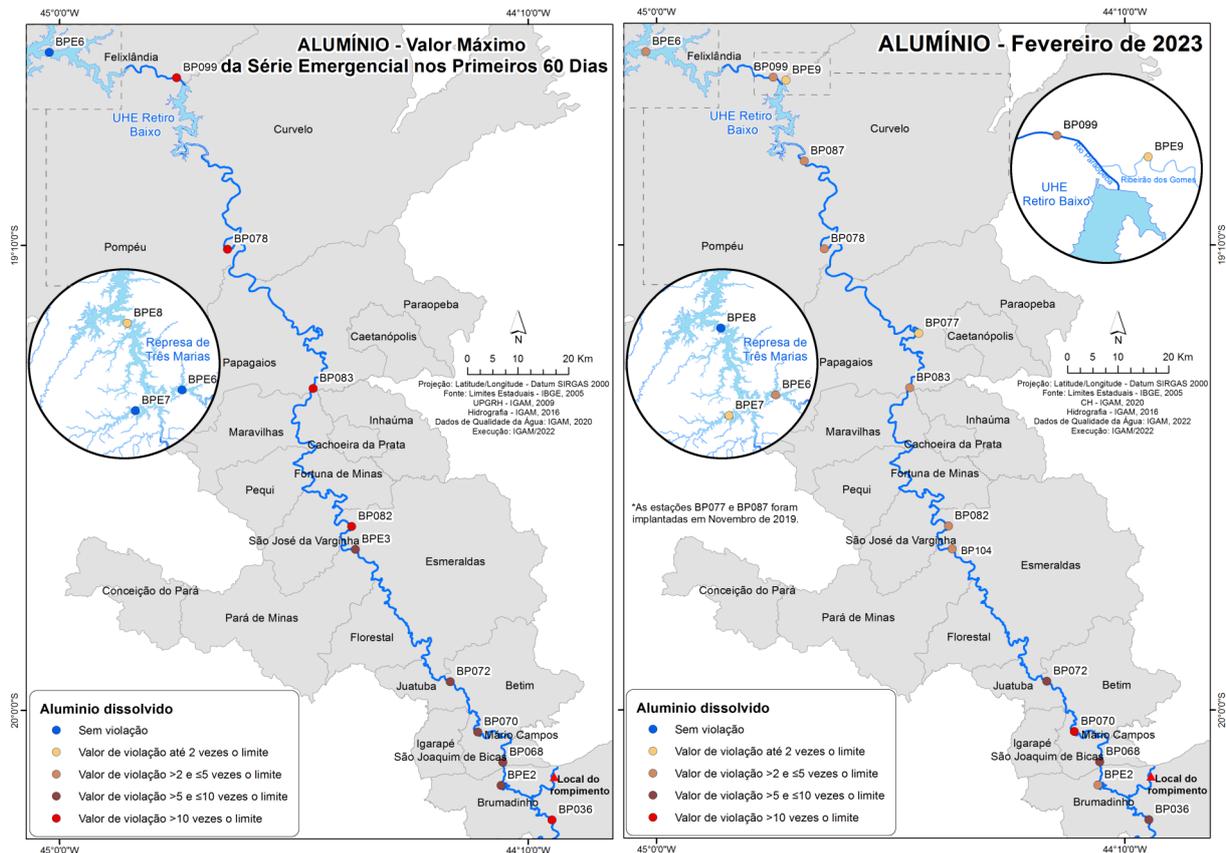
O município que apresentou resultado de violação mais alto foi São Joaquim de Bicas -BP070 (1,20 mg/L) na coleta realizada em 1 de fevereiro de 2023, valor acima ao da época do rompimento (ano de 2019). A presença desse material no corpo d'água está relacionada ao carreamento do solo nos períodos chuvosos, e possíveis atividades antrópicas. É importante lembrar que as variações de alumínio dissolvido na bacia do Paraopeba não foram correlacionadas diretamente com a presença do rejeito.

A estação BPE8 monitorada no município de Três Marias e localizada dentro no reservatório de Três Marias foi a única que não registrou violação para alumínio dissolvido.

Figura 3 - Resultados de Alumínio dissolvido para fevereiro de 2023



Os mapas abaixo apresentam os valores máximos de alumínio dissolvido, em cada estação monitorada naquele município, nos primeiros 60 dias após o rompimento das barragens (2019), e do mês em análise (fevereiro de 2023). Ressalta-se que o ponto de monitoramento BPE3 (a montante da captação de água de Pará de Minas), encontrado nos mapas, foi desativado devido a inacessibilidade do local. Dessa forma, foi ativado o ponto BP104 (localizado na captação de água da SAAE em Pará de Minas) que é próximo ao BPE3. A bolinha azul no mapa representa uma estação sem violação e as demais bolinhas coloridas indicam desconformidade (violação) com a legislação.



Chumbo total e mercúrio total

As concentrações de chumbo total se apresentaram acima do limite permitido pela legislação vigente logo após o rompimento. O mercúrio total, que não tinha sido detectado historicamente na bacia do rio Paraopeba, passou a ser identificado em valores também acima do permitido pela legislação, logo após o rompimento das barragens.

Destaca-se que durante o período seco de 2020 não foram observados valores insatisfatórios para o chumbo total nas medições realizadas. No entanto, devido ao período de maior índice pluviométrico, foram registrados resultados acima do limite legal a partir de novembro de 2020.

O Quadro 3 apresenta as estações (trechos e municípios) correspondentes aos valores máximos de chumbo total, obtidos para cada ponto de monitoramento na série histórica antes do rompimento (ano de 2000 a 2018), os valores de máximo e mínimo obtidos nos primeiros 60 dias após o rompimento (ano de 2019) e os valores obtidos nos meses de janeiro de 2023 e fevereiro 2023.

Quadro 3 - Resultados de Chumbo total (mg/L)

Chumbo total (mg/L)							Igam, 2023	
Estação			2000-2018 (Série Hist.)	Série emergencial até 60 dias após rompimento em 2019		janeiro de 2023	fevereiro de 2023	
Trecho	Pontos	Município	Máximo	Máximo	Mínimo	Resultado	Resultado	
1	montante	BPO36	0,028	0,015	0,005	0,020	0,011	
		BPE2	sem dados	0,069	0,005	0,012	0,020	
		BPO68	0,035	0,147	0,005	0,019	0,023	
		BPO70	0,040	0,090	0,005	0,013	0,022	
2		BP072	0,044	0,038	0,005	0,015	0,028	
		BP104	sem dados	0,017	0,005	0,015	0,007	
		BP082	0,023	0,036	0,005	0,017	0,009	
3		BPO83	0,020	0,017	0,005	0,015	0,009	
		BPO77	sem dados	sem dados	sem dados	0,013	0,009	
		BPO78	0,027	0,012	0,005	0,011	0,013	
		BPO87	sem dados	sem dados	sem dados	0,009	0,013	
4		BPE9	sem dados	sem dados	sem dados	0,002	0,001	
		BPO99	0,012	0,011	0,005	0,006	0,002	
5		BPE6	sem dados	0,005	0,005	0,001	0,001	
		BPE7	sem dados	0,005	0,005	0,001	0,001	
		BPE8	sem dados	0,005	0,005	0,001	0,001	

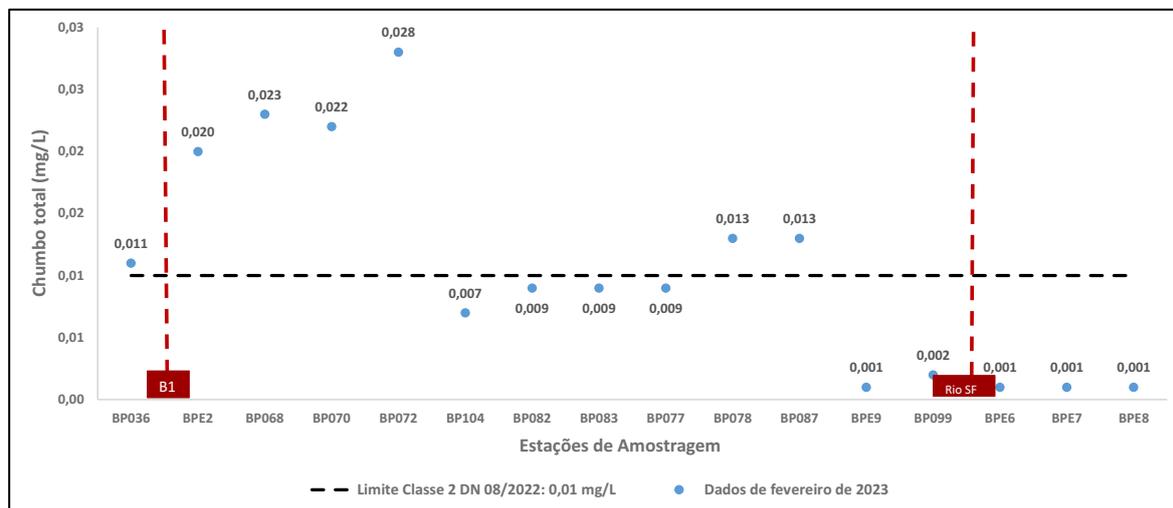
Limite Classe 2 DN 08/2022: 0,01 mg/L

No mês de fevereiro de 2023, devido ao período chuvoso, as estações localizadas do trecho à montante de Brumadinho (Bp036 - anterior ao desastre) até o trecho 3 (BP087 - Pompéu) apresentaram resultados de chumbo acima do limite (0,01 mg/L), conforme escala de cores do Quadro 3.

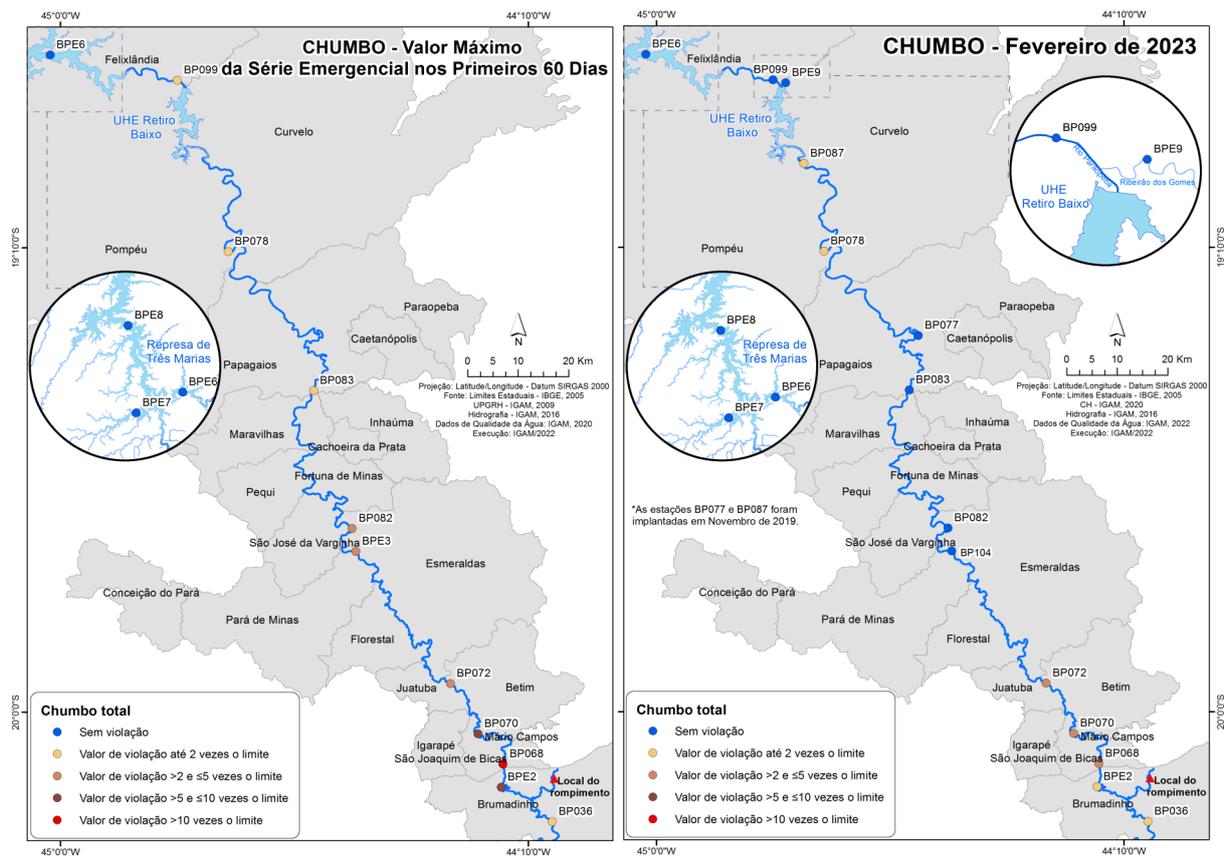
O gráfico da Figura 4 mostra os resultados de chumbo total de fevereiro de 2023 para cada estação de monitoramento que apresentaram valores (acima da linha tracejada preta) superiores ao estabelecido pela legislação. Essas estações correspondem aos municípios de Brumadinho (BP036, BPE2), Mário Campos (BP068), São Joaquim de Bicas (BP070), Betim (BP072), Curvelo (BP078) e Pompéu (BP087). O maior valor registrado foi em Betim - BP072 (0,028 mg/L), na amostragem do dia 1 de fevereiro.

Os pontos monitorados em Pará de Minas (BP104), Esmeraldas (BP082), Paraopeba (BP083; BP077), Felixlândia (BPE9; BP099) e no reservatório de Três Marias (BPE6 - Felixlândia, BPE7 - Abaeté, BPE8 - Três Marias) não registraram violações para o parâmetro de chumbo total.

Figura 4 - Resultados de Chumbo total para fevereiro de 2023



Os mapas apresentam os valores máximos de chumbo total, em cada estação monitorada naquele município, nos primeiros 60 dias após o rompimento das barragens (2019), e do mês em análise (fevereiro de 2023). A bolinha azul representa uma estação sem violação e as demais bolinhas coloridas indicam desconformidade (com violação) com a legislação.



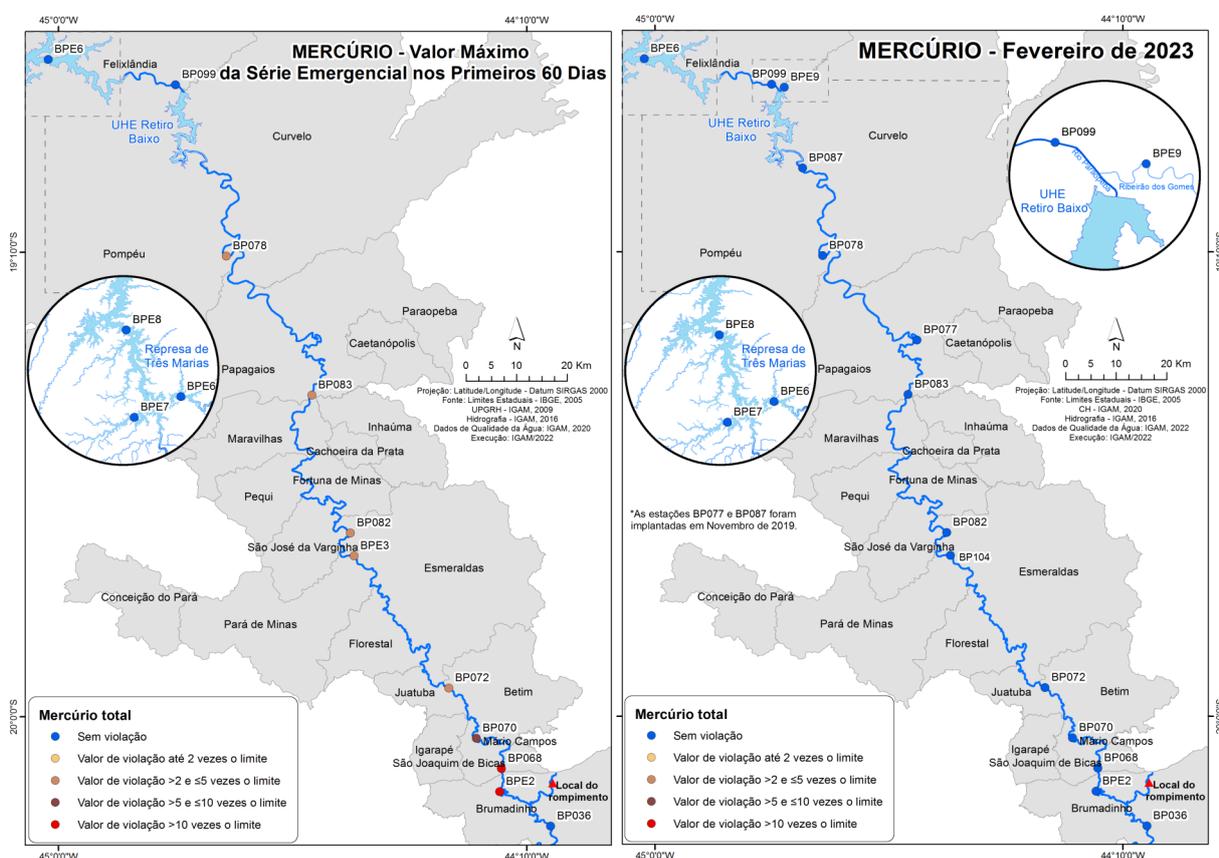
O Quadro 4 apresenta as estações (trechos e municípios) correspondentes aos valores máximos de mercúrio total, obtidos para cada ponto de monitoramento na série histórica antes do rompimento (ano de 2000 a 2018), os valores de máximo e mínimo obtidos nos primeiros 60 dias após o rompimento (ano de 2019) e os valores obtidos nos meses de janeiro de 2023 e fevereiro 2023.

Quadro 4 - Resultados de Mercúrio total ($\mu\text{g/L}$)

Mercúrio total ($\mu\text{g/L}$)					Igam, 2023		
Estação			2000-2018 (Série Hist.)	Série emergencial até 60 dias após rompimento em 2019		janeiro de 2023	fevereiro de 2023
Trecho	Pontos	Município	Máximo	Máximo	Mínimo	Resultado	Resultado
montante	BP036	Brumadinho	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
	BPE2		sem dados	2,13	0,20	0,20	0,20
1	BP068	Mário Campos	0,20	4,23	0,20	0,20	0,20
	BP070	São Joaquim de Bicas	0,20	1,79	0,02	0,20	0,20
2	BP072	Betim	0,20	0,82	0,02	0,20	0,20
	BP104	Pará de Minas	sem dados	0,60	0,20	0,20	0,20
3	BP082	Esmeraldas	0,20	0,81	0,20	0,20	0,20
	BP083	Paraopeba	0,20	0,84	0,20	0,20	0,20
BP077	sem dados		sem dados	sem dados	0,20	0,20	
4	BP078	Curvelo	0,20	0,44	0,20	0,20	0,20
	BP087	Pompéu	sem dados	sem dados	sem dados	0,20	0,20
5	BPE9	Felixlândia	sem dados	sem dados	sem dados	0,20	0,20
	BP099		0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
5	BPE6	Abaeté	sem dados	0,20	0,20	0,20	0,20
	BPE7		sem dados	0,20	0,20	0,20	0,20
	BPE8	Três Marias	sem dados	0,20	0,20	0,20	0,20

Limite Classe 2 DN 08/2022: 0,2 $\mu\text{g/L}$

Os resultados de mercúrio total não registraram nenhum ponto de monitoramento, desde o trecho à montante de Brumadinho (Bp036 - anterior ao desastre) até o trecho 5 (Três Marias), com valores acima do limite legal de 0,2 µg/L, conforme Quadro 4 e mapas. A bolinha azul nos mapas representa uma estação sem violação e as demais bolinhas coloridas indicam desconformidade (com violação) com a legislação.



Entende-se que a disponibilização desses contaminantes, chumbo total e mercúrio total para o corpo d'água não têm relação direta com o rejeito proveniente das barragens, já que não faziam parte da sua composição. Contudo, a presença desses contaminantes está associada ao arraste de materiais que se misturaram à lama durante a passagem da frente de rejeito e propiciaram um aumento nas concentrações de alguns contaminantes no período pós-rompimento.

Turbidez

O parâmetro turbidez é utilizado para conhecer a quantidade de partículas que estão em suspensão na água e é influenciado pelo grau de preservação do solo, pela quantidade e intensidade das chuvas e pelos lançamentos de efluentes dos empreendimentos localizados na bacia hidrográfica. Entretanto, com o rejeito proveniente das barragens sendo transportado para a calha do rio Paraopeba, esses valores ficaram muito maiores que aqueles já registrados pelo IGAM em situações anteriores ao rompimento das barragens. Assim, fazer a análise de turbidez proporciona um indicativo da presença do impacto decorrente do avanço dos rejeitos ao longo do curso d'água.

O Quadro 5 apresenta as estações (trechos e municípios) correspondentes aos valores máximos de turbidez, obtidos para cada ponto de monitoramento na série histórica antes do rompimento (ano de 2000 a 2018), os valores de máximo e mínimo obtidos nos primeiros 60 dias após o rompimento (ano de 2019) e os valores obtidos nos meses de janeiro e fevereiro de 2023.

Quadro 5 - Resultados de Turbidez (NTU)

Turbidez (NTU)							Igam, 2023	
Estação			2000-2018 (Série Hist.)	Série emergencial até 60 dias após rompimento em 2019		janeiro de 2023	fevereiro de 2023	
Trecho	Pontos	Município	Máximo	Máximo	Mínimo	Resultado	Resultado	
montante	BP036	Brumadinho	609	439	34	639	656	
	BPE2		sem dados	30240	407	642	636	
1	BP068	Mário Campos	596	34500	40	461	663	
	BP070	São Joaquim de Bicas	1856	18588	44	486	889	
2	BP072	Betim	1268	17148	23	624	905	
	BP104	Pará de Minas	sem dados	8468	97	564	319	
	BP082	Esmeraldas	1010	4854	13	563	357	
3	BP083	Paraopeba	775	1545	12	448	416	
	BP077		sem dados	sem dados	sem dados	410	429	
	BP078	Curvelo	766	818	11	352	429	
4	BP087	Pompéu	sem dados	sem dados	sem dados	335	540	
	BPE9	Felixlândia	sem dados	sem dados	sem dados	128	73	
BP099	546		1140	6	192	108		
5	BPE6	Felixlândia	sem dados	12	3	25	26	
	BPE7		Abaeté	sem dados	4	4	13	9
	BPE8	Três Marias	sem dados	7	3	4	4	
Limite Classe 2 DN 08/2022: 100 NTU								

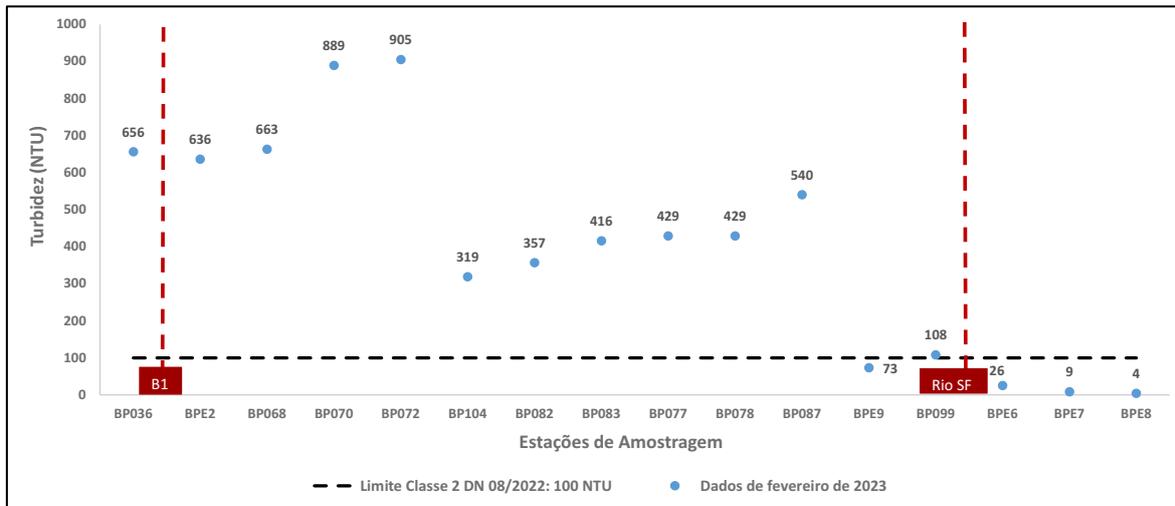
Em fevereiro, a maioria dos resultados de turbidez ultrapassaram o limite legal (100 NTU), estabelecido para Classe 2 pela Deliberação Normativa Conjunta Copam/CERH-MG nº 08/2022, desde à montante de Brumadinho (Bp036 - anterior ao desastre) até o trecho 4 (Felixlândia - depois da UHE Retiro Baixo), conforme escala de cores do Quadro 5.

O gráfico da Figura 5 mostra os resultados de turbidez para cada estação de monitoramento que apresentaram valores (acima da linha tracejada preta) superiores ao estabelecido pela legislação. Essas estações monitoradas correspondem aos municípios de Brumadinho (BP036, BPE2), Mário Campos (BP068), São Joaquim de Bicas (BP070), Betim (BP072), Pará de Minas (BP104), Esmeraldas (BP082), Paraopeba (PB083; BP077), Curvelo (BP078), Pompéu (BP087) e BP099 (Felixlândia). O maior valor registrado foi em Betim – BP072 (905 NTU), para o período de amostragem realizado no dia 1 de fevereiro de 2023.

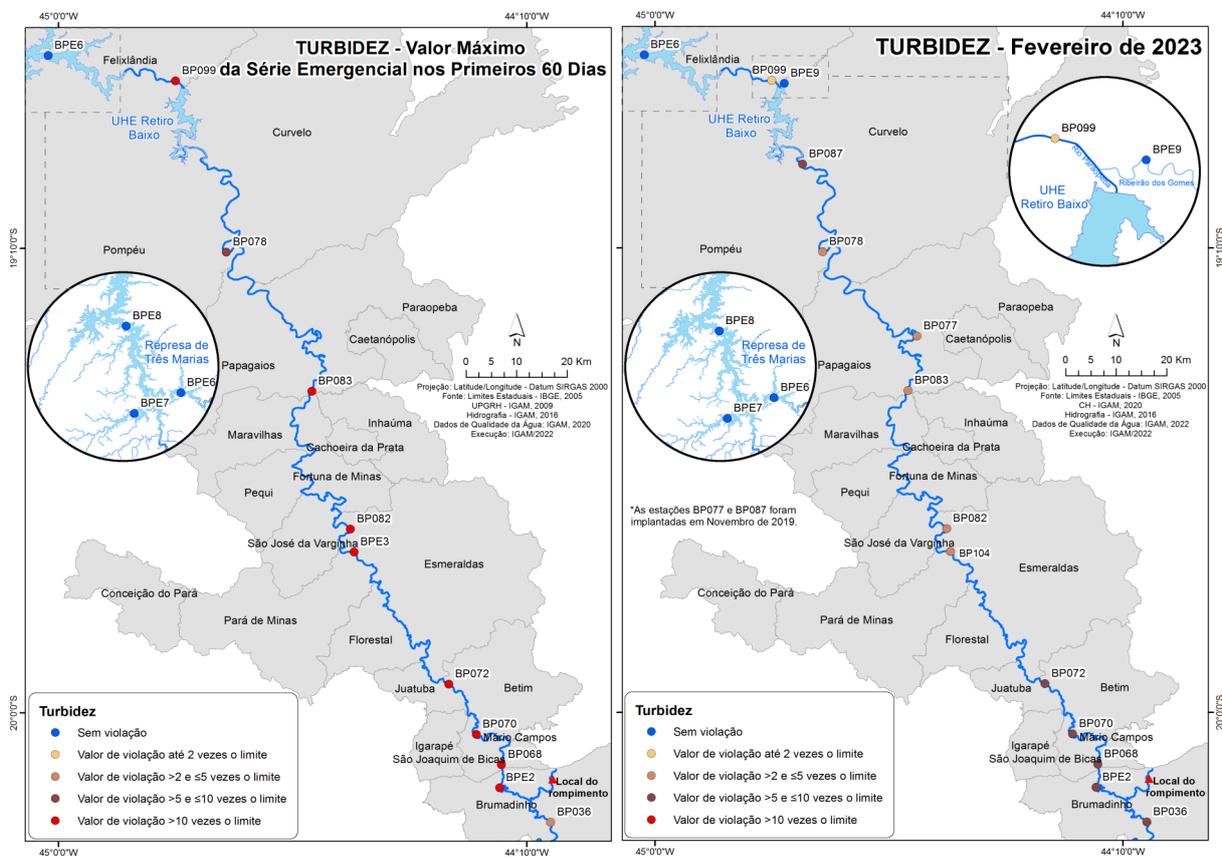
A turbidez no rio Paraopeba apresentou resultados altos, devido às maiores vazões do rio e às chuvas em suas cabeceiras, que provocam o revolvimento do rejeito presente na calha do rio e o aporte de sedimentos proveniente da bacia de drenagem que podem elevar a turbidez.

A estação BPE9 monitorada no ribeirão do Gomes, no município de Felixlândia, e as estações monitoradas no reservatório de Três Marias (BPE6 - Felixlândia, BPE7 - Abaeté, BPE8 - Três Marias) não registraram violações para turbidez.

Figura 5 - Resultados de Turbidez para fevereiro de 2023



Os mapas apresentam os valores máximos de turbidez, em cada estação monitorada naquele município, nos primeiros 60 dias após o rompimento das barragens (2019), e do mês em análise (fevereiro de 2023). A bolinha azul representa uma estação sem violação e as demais bolinhas coloridas indicam desconformidade (com violação) com a legislação.



Manganês total e ferro total

Os metais manganês total e ferro total estão diretamente relacionados às atividades de mineração desenvolvidas na área do rompimento, pois são encontrados no rejeito de minério, sobretudo no minério de ferro. Assim, é necessário medir a quantidade desses metais no rio. Quando encontradas variações significativas desses metais, em especial no período que sucedeu o rompimento das barragens, esses valores indicam a contaminação do corpo d'água pelo rejeito.

O Quadro 6 apresenta as estações (trechos e municípios) correspondentes aos valores máximos de manganês total, obtidos para cada ponto de monitoramento na série histórica antes do rompimento (ano de 2000 a 2018), os valores de máximo e mínimo obtidos nos primeiros 60 dias após o rompimento (ano de 2019) e os valores obtidos nos meses de janeiro de 2023 e fevereiro 2023.

Quadro 6 - Resultados do Manganês total (mg/L)

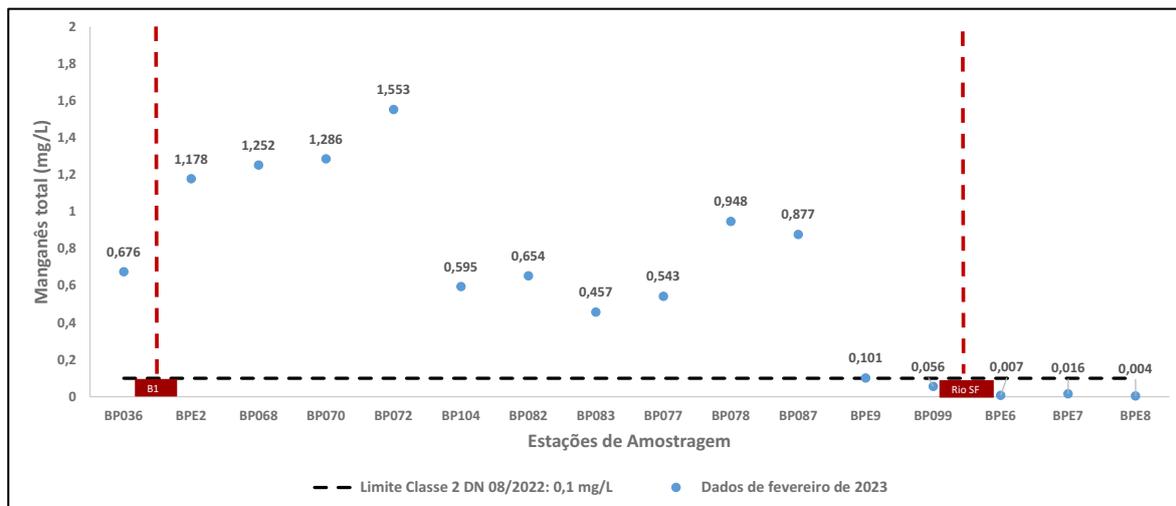
Manganês total (mg/L)								Igam, 2023	
Estação			2000-2018 (Série Hist.)	Série emergencial até 60 dias após rompimento em 2019		janeiro de 2023	fevereiro de 2023		
Trecho	Pontos	Município	Máximo	Máximo	Mínimo	Resultado	Resultado		
1	montante	Brumadinho	1,392	1,172	0,023	1,617	0,676		
	BPE2		sem dados	19,060	0,038	0,829	1,178		
	BP068	Mário Campos	1,690	46,270	0,138	1,847	1,252		
	BP070	São Joaquim de Bicas	1,540	24,771	0,230	1,387	1,286		
2	BP072	Betim	1,727	10,305	0,147	1,702	1,553		
	BP104	Pará de Minas	sem dados	4,904	0,248	1,307	0,595		
	BP082	Esmeraldas	1,139	7,446	0,063	1,772	0,654		
3	BP083	Paraopeba	0,882	3,907	0,019	0,896	0,457		
	BP077		sem dados	sem dados	sem dados	0,809	0,543		
	BP078	Curvelo	1,299	1,754	0,016	0,765	0,948		
	BP087	Pompéu	sem dados	sem dados	sem dados	0,618	0,877		
4	BPE9	Felixlândia	sem dados	sem dados	sem dados	0,118	0,101		
	BP099		0,716	0,420	0,018	0,317	0,056		
5	BPE6	Abaeté	sem dados	0,017	0,007	0,007	0,007		
	BPE7		sem dados	0,040	0,021	0,018	0,016		
	BPE8	Três Marias	sem dados	0,008	0,006	0,005	0,004		
Limite Classe 2 DN 08/2022: 0,1 mg/L									

Os resultados de manganês total, no mês de fevereiro de 2023, apresentaram valores superiores ao limite legal de 0,1 mg/L preconizado pela legislação, do trecho à montante do rompimento das barragens (BP036 - Brumadinho) até o trecho 4 (BPE9 - Felixlândia), conforme escala de cores.

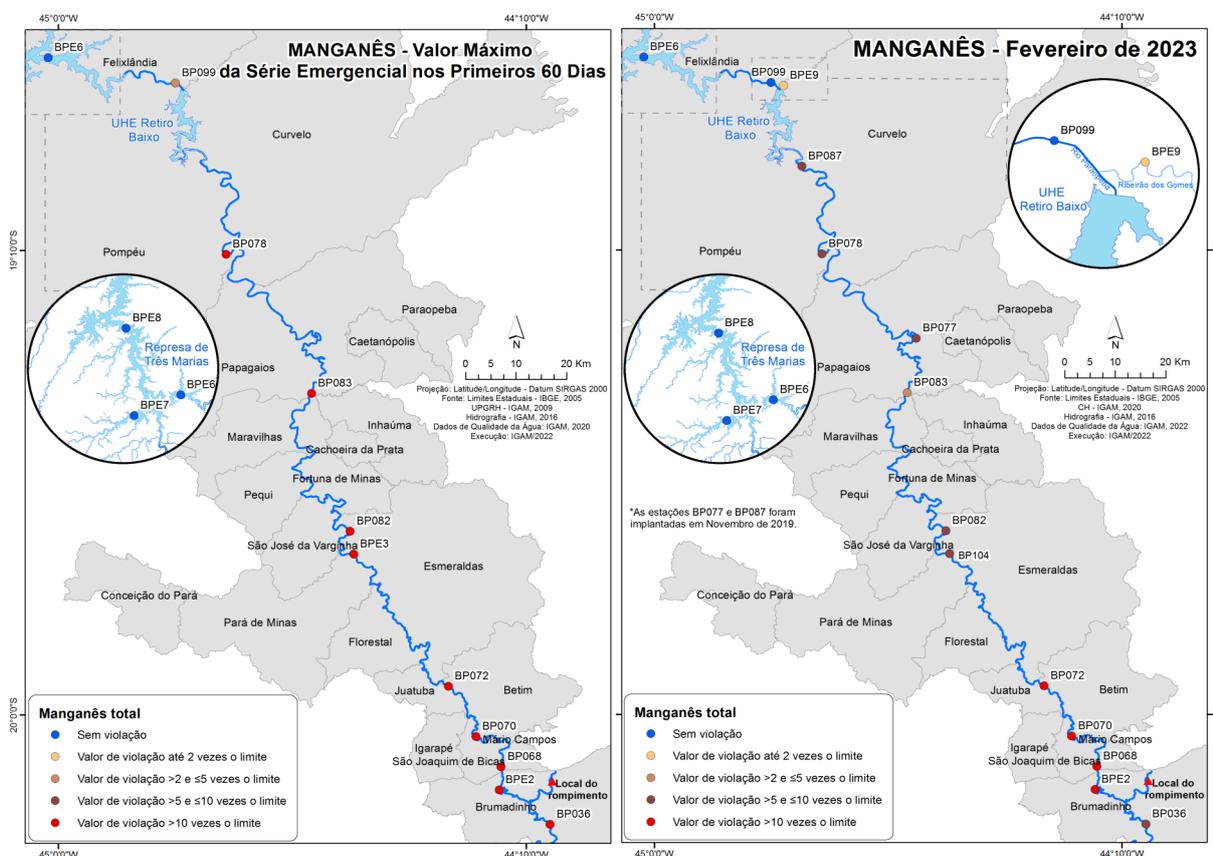
O gráfico da Figura 6 mostram os resultados de manganês total para cada estação de monitoramento que apresentaram valores (acima da linha tracejada preta) superiores ao estabelecido pela legislação. Foram registradas violações para as estações monitoradas nos municípios de Brumadinho (BP036, BPE2), Mário Campos (BP068), São Joaquim de Bicas (BP070), Betim (BP072), Pará de Minas (BP104), Esmeraldas (BP082), Paraopeba (BP083; BP077), Curvelo (BP078), Pompéu (BP087) e BPE9 (Felixlândia). O maior valor registrado foi em Betim – BP072 (1,55 mg/L), para o período de amostragem realizado no dia 1 de fevereiro de 2023.

As estações monitoradas em Felixlândia (BP099 - depois da UHE Retiro Baixo) e no reservatório de Três Marias (BPE6 - Felixlândia, BPE7 - Abaeté, BPE8 - Três Marias) não registraram violações para manganês total.

Figura 6 - Resultados de Manganês total para fevereiro de 2023



Os mapas apresentam os valores máximos de manganês total, em cada estação monitorada naquele município, nos primeiros 60 dias após o rompimento das barragens (2019), e do mês em análise (fevereiro de 2023). A bolinha azul representa uma estação sem violação e as demais bolinhas coloridas indicam desconformidade (com violação) com a legislação.



O Quadro 7 apresenta as estações (trechos e municípios) correspondentes aos valores máximos de ferro total, obtidos para cada ponto de monitoramento na série histórica antes do rompimento (ano de 2000 a 2018), os valores de máximo e mínimo obtidos nos primeiros 60 dias após o rompimento (ano de 2019) e os valores obtidos nos meses de janeiro de 2023 e fevereiro 2023.

Quadro 7 - Resultados de Ferro total (mg/L)

Ferro total (mg/L)							Igam, 2023	
Estação			2000-2018 (Série Hist.)	Série emergencial até 60 dias após rompimento em 2019		janeiro de 2023	fevereiro de 2023	
Trecho	Pontos	Município	Máximo	Máximo	Mínimo	Resultado	Resultado	
montante	BP036	Brumadinho	sem dados	9,22	2,14	13,75	11,18	
	BPE2		sem dados	28,52	1,19	7,52	19,03	
1	BP068	Mário Campos	sem dados	39,35	3,70	15,05	17,58	
	BP070	São Joaquim de Bicas	sem dados	62,00	2,70	8,96	18,00	
2	BP072	Betim	sem dados	22,52	1,69	10,82	21,85	
	BP104	Pará de Minas	sem dados	9,67	1,19	8,64	8,60	
	BP082	Esmeraldas	sem dados	17,78	1,43	11,71	6,94	
3	BP083	Paraopeba	sem dados	10,92	1,80	9,06	7,09	
	BP077		sem dados	sem dados	sem dados	7,87	6,86	
	BP078	Curvelo	sem dados	5,62	1,73	8,35	9,99	
	BP087	Pompéu	sem dados	sem dados	sem dados	6,34	9,65	
4	BPE9	Felixlândia	sem dados	sem dados	sem dados	3,33	3,67	
	BP099		sem dados	4,76	0,44	3,78	2,40	
5	BPE6	Abaeté	sem dados	0,15	0,07	0,43	0,70	
	BPE7		sem dados	0,14	0,08	0,16	0,22	
	BPE8		Três Marias	sem dados	0,08	0,04	0,10	0,08

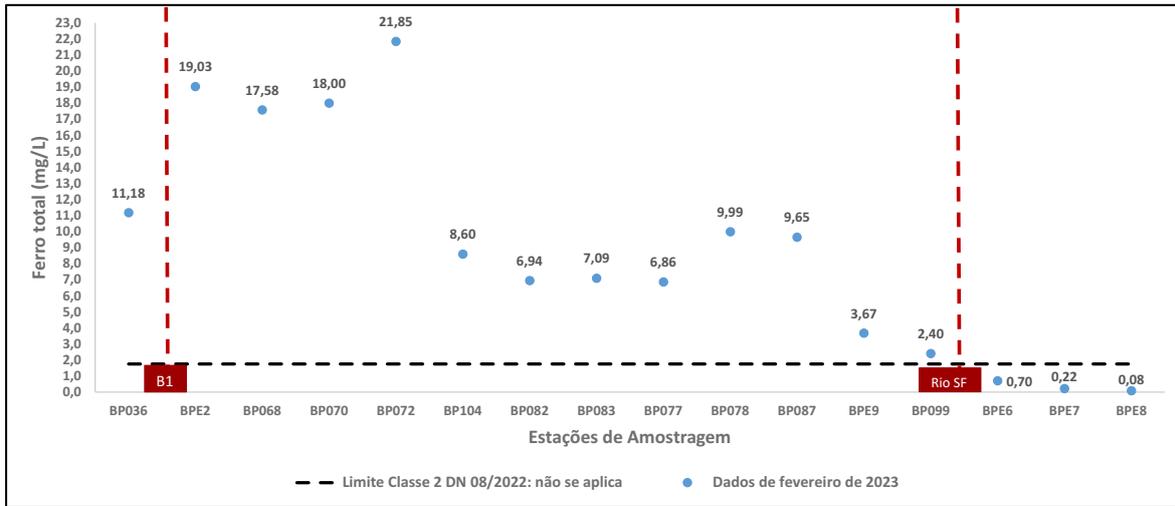
Limite Classe 2 DN 08/2022: não se aplica

Os resultados de ferro total apresentaram valores altos do trecho à montante do rompimento das barragens (BP036 - Brumadinho) até o trecho 4 (Bp099 - Felixlândia, depois da UHE Retiro Baixo), conforme escala de cores. Observa-se o mesmo comportamento de valores altos identificados nesses trechos iguais aos apresentados para o manganês total. É importante lembrar que a legislação não estabelece limite de classe para o parâmetro ferro total. O padrão normativo estabelece um valor limite para a forma dissolvida. Porém, constatou-se que a maior parte do ferro proveniente do rejeito das barragens estão associados à sua fração total e não estão dissolvidos na água. Dessa forma, para acompanhar o comportamento desse metal, utilizou-se o valor estabelecido de 1,75 mg/L a fim de definir as tonalidades de cores no Quadro 7, bem como a representação nos mapas. Por meio de um modelo estatístico, esse valor de ferro total foi estimado com base no manganês total, pois estes parâmetros apresentam comportamentos similares.

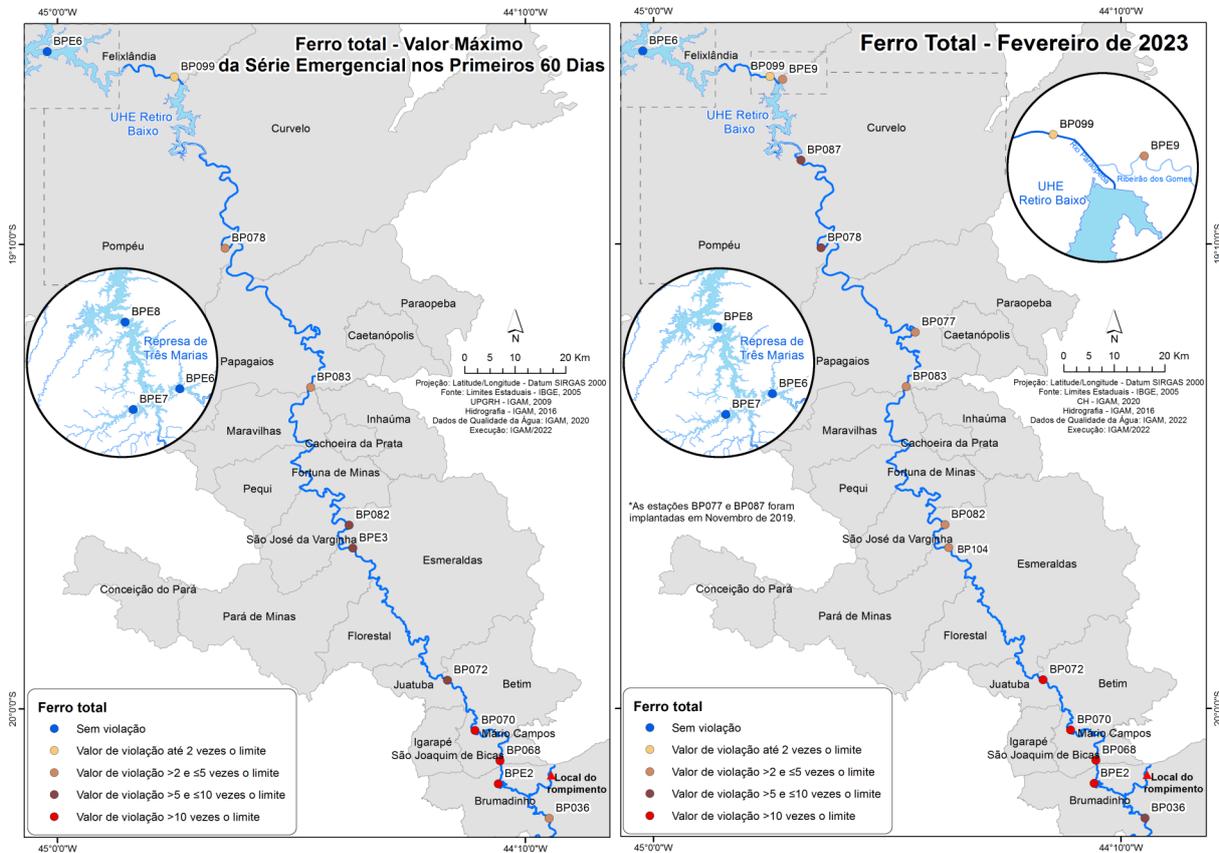
O gráfico da Figura 7 mostra os resultados de ferro total para cada estação de monitoramento que apresentaram valores elevados (acima da linha tracejada preta) com base no limite 1,75 mg/L. Observa-se violações desse parâmetro para as estações monitoradas nos municípios de Brumadinho (BP036, BPE2), Mário Campos (BP068), São Joaquim de Bicas (BP070), Betim (BP072), Pará de Minas (BP104), Esmeraldas (BP082), Paraopeba (PB083; BP077), Curvelo (BP078), Pompéu (BP087) e BP099 (Felixlândia - depois da UHE Retiro Baixo). O valor de ferro total mais elevado foi identificado também no município de Betim - BP072 (21,85 mg/L), na amostragem do dia 1 de fevereiro de 2023.

Os resultados de manganês total e ferro total demonstram que a influência das chuvas no período de amostragem contribuiu para o revolvimento do rejeito no leito do rio e o aumento desses metais na região monitorada, bem como impactos de outras atividades.

Figura 7 - Resultados de Ferro total para fevereiro de 2023



Os mapas apresentam os valores máximos de ferro total, em cada estação monitorada naquele município, nos primeiros 60 dias após o rompimento das barragens (2019), e do mês em análise (fevereiro de 2023). A bolinha azul representa uma estação sem violação e as demais bolinhas coloridas indicam desconformidade (com violação) com a legislação.



Ferro dissolvido

O Quadro 8 apresenta as estações (trechos e municípios) correspondentes aos valores máximos de ferro dissolvido, obtidos para cada ponto de monitoramento na série histórica antes do rompimento (ano de 2000 a 2018), os valores de máximo e mínimo obtidos nos primeiros 60 dias após o rompimento (ano de 2019) e os valores obtidos nos meses de janeiro de 2023 e fevereiro 2023.

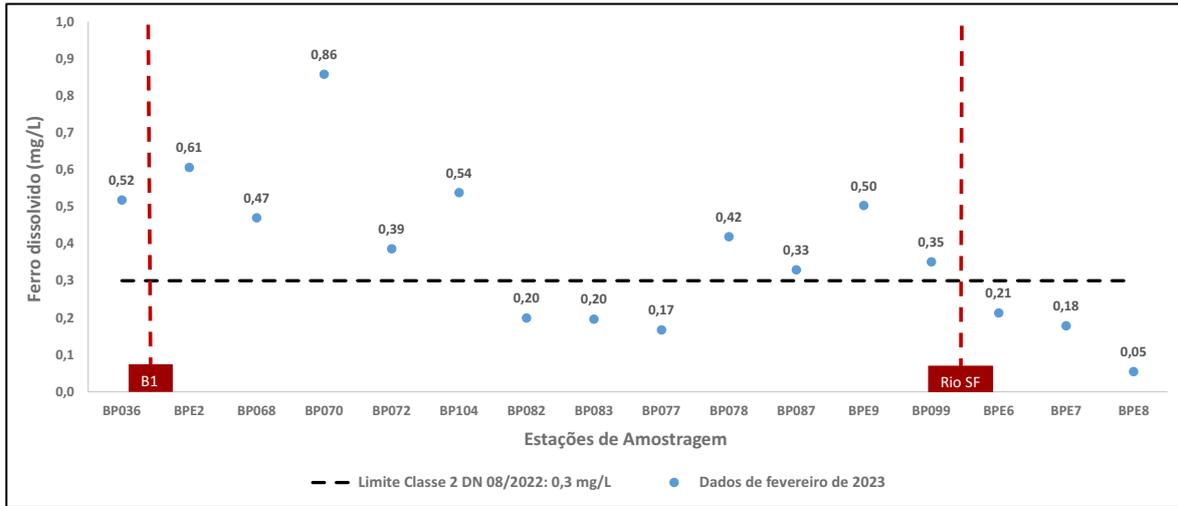
Quadro 8 - Resultados do Ferro dissolvido (mg/L)

Ferro dissolvido (mg/L)								<i>Igam, 2023</i>
Estação			2000-2018 (Série Hist.)	Série emergencial até 60 dias após rompimento em 2019		janeiro de 2023	fevereiro de 2023	
Trecho	Pontos	Município	Máximo	Máximo	Mínimo	Resultado	Resultado	
1	montante	Brumadinho	0,98	1,22	0,20	0,65	0,52	
	BPO36		sem dados	1,11	0,03	0,24	0,61	
	BPE2	Mário Campos	0,97	1,24	0,03	0,27	0,47	
	BP068	São Joaquim de Bicas	1,57	1,16	0,03	0,29	0,86	
2	BP070	Betim	0,77	1,27	0,06	0,35	0,39	
	BP072	Pará de Minas	sem dados	1,36	0,15	0,37	0,54	
	BP104	Esmeraldas	0,99	1,27	0,07	0,44	0,20	
3	BP082	Paraopeba	0,56	1,42	0,11	0,40	0,20	
	BP083		sem dados	sem dados	sem dados	0,47	0,17	
	BP077	Curvelo	1,19	1,82	0,15	0,86	0,42	
	BP078	Pompéu	sem dados	sem dados	sem dados	0,48	0,33	
4	BP087	Felixlândia	sem dados	sem dados	sem dados	0,73	0,50	
	BPE9		0,44	1,14	0,12	0,43	0,35	
5	BP099	Betim	sem dados	0,03	0,03	0,14	0,21	
	BPE6	Abaeté	sem dados	0,03	0,03	0,04	0,18	
	BPE7	Três Marias	sem dados	0,07	0,03	0,02	0,05	
Limite Classe 2 DN 08/2022: 0,3 mg/L								

No mês de fevereiro de 2023, os resultados de ferro dissolvido acima do limite legal (0,3 mg/L) foram registrados no trecho à montante do rompimento das barragens (Bp036 - Brumadinho) até o trecho 4 (BP099 - Felixlândia, depois da UHE Retiro Baixo).

O gráfico da Figura 8 mostra os resultados de ferro dissolvido para cada estação de monitoramento que apresentaram valores (acima da linha tracejada preta) superiores ao estabelecido pela legislação. Os valores acima do limite legal foram registrados no município de Brumadinho (BP036; BPE2), Mário Campos (BP068), São Joaquim de Bicas (BP070), Betim (BP072), Pará de Minas (BP104), Curvelo (BP078), Pompéu (BP087), Felixlândia (BPE9 - ribeirão dos Gomes; Bp099 - depois UHE Retiro Baixo). O maior valor registrado acima do limite legal foi em São Joaquim de Bicas - BP070 (0,86 mg/L) na coleta realizada em 1 de fevereiro de 2023. Os resultados mais altos indicam influência do período pluviométrico, além de possíveis atividades antrópicas na região.

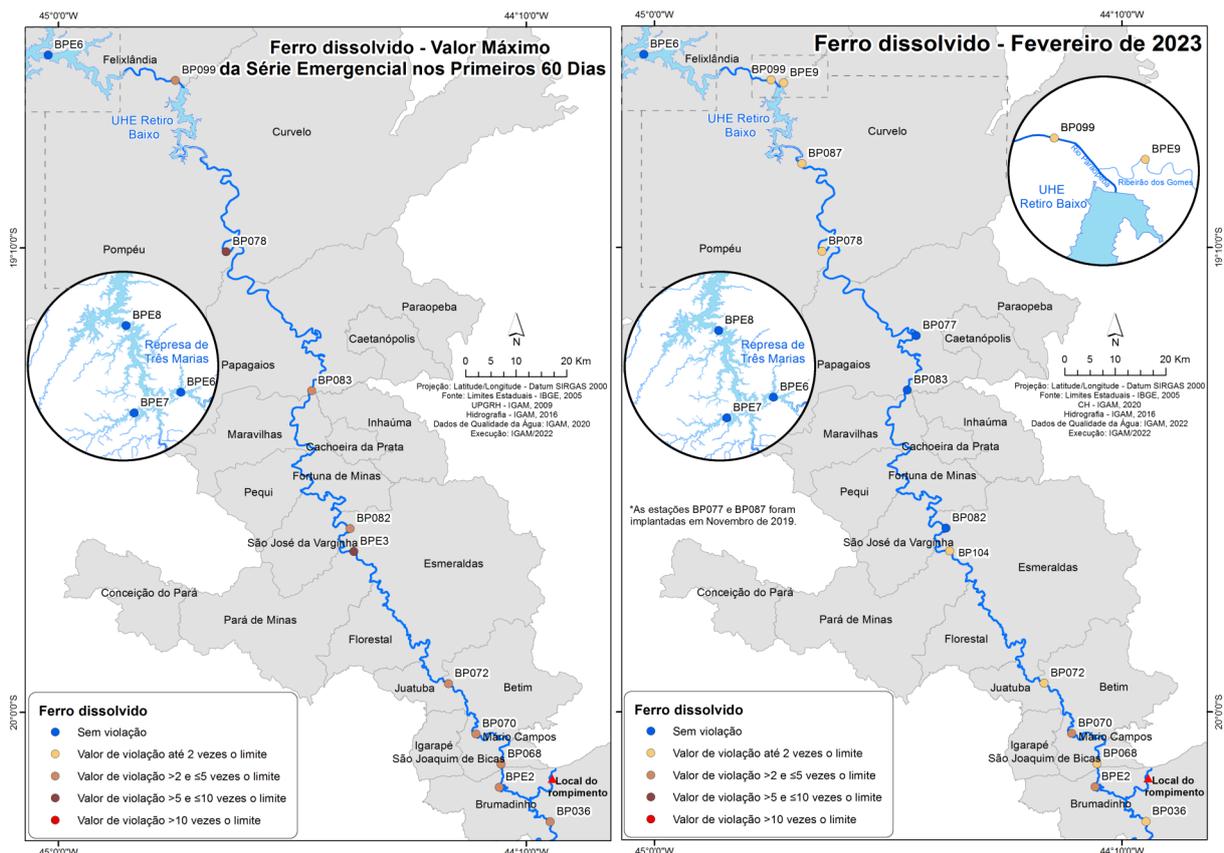
Figura 8 - Resultados de Ferro dissolvido para fevereiro de 2023



É importante mencionar que a estação BPE9 está localizada no tributário ribeirão do Gomes com sua foz depois da UHE Retiro Baixo, portanto, não possui relação com a presença do rejeito de minério, proveniente do rompimento das barragens da Vale no município de Brumadinho.

Os pontos monitorados em Esmeraldas (BP082), Paraopeba (BP083; BP077), e no reservatório de Três Marias (BPE6- Felixlândia; BPE7 - Abaeté; BPE8 - Três Marias) não registraram violações para o parâmetro de ferro dissolvido.

Os mapas apresentam os valores máximos de ferro dissolvido, em cada estação monitorada naquele município, nos primeiros 60 dias após o rompimento das barragens (2019), e do mês em análise (fevereiro de 2023). A bolinha azul representa uma estação sem violação e as demais bolinhas coloridas indicam desconformidade (com violação) com a legislação.



Elaboração do Boletim:
GERÊNCIA DE MONITORAMENTO
DA QUALIDADE DAS ÁGUAS
INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS
ASSESSORIA DE COMUNICAÇÃO - SISEMA

Equipe Técnica
André Gustavo Oliveira Nassif
Átalo Pinto Coelho Durso
Cláudia Alves Ferreira
Iury Chrystian de Oliveira Assunção
Katiane Cristina de Brito Almeida
Mariana Elissa Vieira de Souza
Matheus Duarte Santos
Patrícia Franklin Mayrink Nogueira
Sérgio Pimenta Costa
Sylvia Therese Meyer Ribeiro
Vanessa Kelly Saraiva
Wanderlene Ferreira Nacif
Marcelo da Fonseca

Criação e Diagramação
Patrícia Goursand Macedo de Freitas



**MINAS
GERAIS**

GOVERNO
DIFERENTE.
ESTADO
EFICIENTE.