



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

No dia 25 de janeiro de 2019, a barragem B-I de rejeitos, pertencente ao complexo da Mina Córrego do Feijão da mineradora Vale S.A., se rompeu e na sequência as barragens (B-IV e B-IV-A) 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 e Saneamento Básico (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.

Programa Águas de Minas

O Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) realiza, desde 1997, o monitoramento da qualidade das águas superficiais no estado de Minas Gerais - Programa Águas de Minas - incluindo a bacia do rio Paraopeba. Após o rompimento das barragens, a rede foi ampliada, e atualmente possui 17 pontos na bacia 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 17 pontos de monitoramento estão localizados ao longo da bacia do rio Paraopeba, desde o trecho anterior (montante) da área impactada pelo rompimento, passando pela área atingida (município de Brumadinho) indo até o reservatório de Três Marias. O Quadro 1 apresenta a localização e descrição de cada um desses pontos.

Quadro 1 – Localização e características dos pontos monitorados

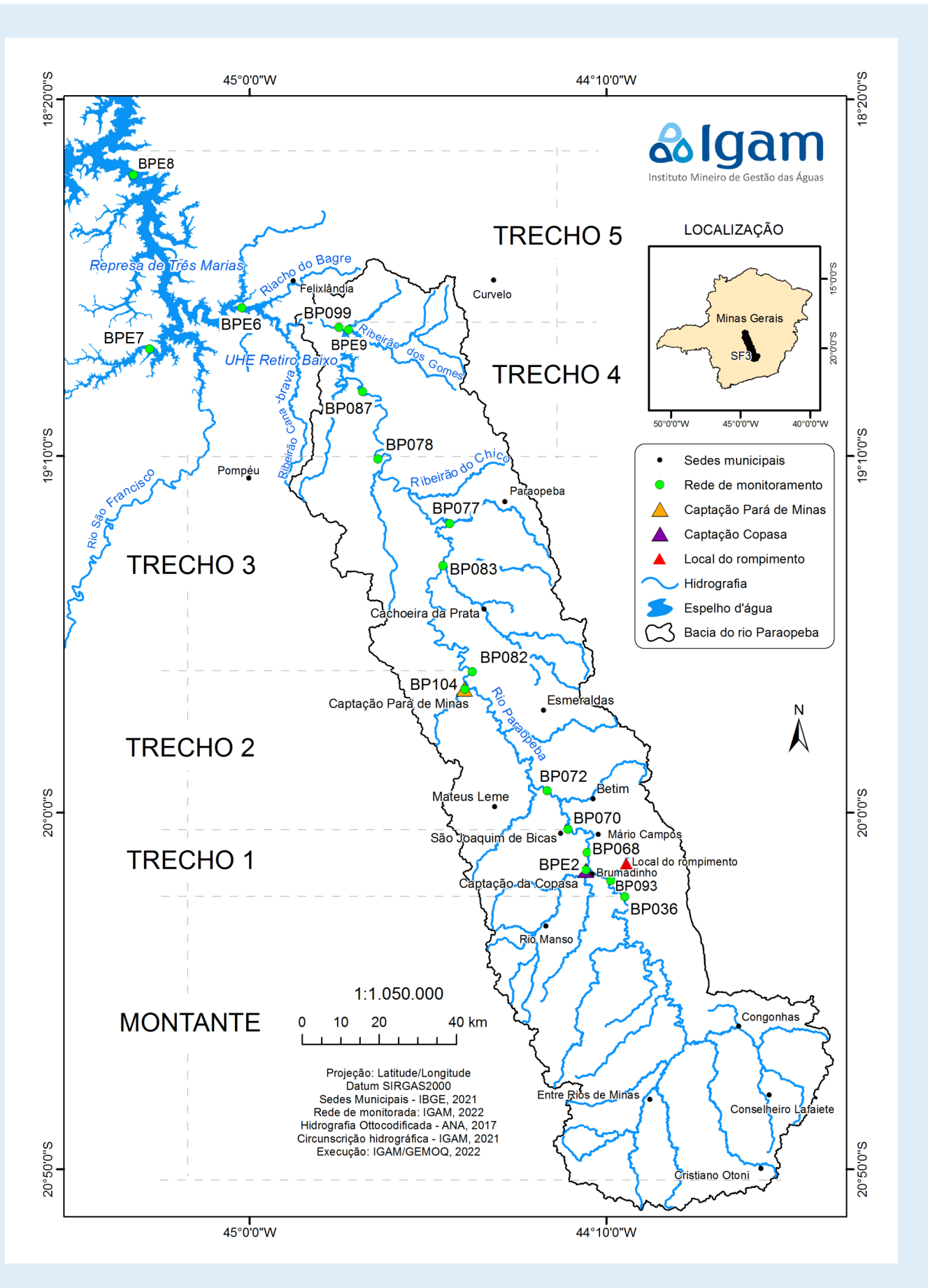
Trecho	Pontos	Município	Km	Descrição
Montante	BP036	Brumadinho	-10	Anterior à área impactada pelo rompimento
	BP093*		-0,5	Ribeirão Casa Branca à Jusante do lançamento da ETAF 1 e próximo de sua foz no Rio Paraopeba
1	BPE2			20
	BP068	Mário Campos	25	5 km após a captação da Copasa
	BP070	São Joaquim de Bicas	42	Após a foz do ribeirão Sarzedo
2	BP072	Betim	59	Após a foz do rio Betim, divisa com Juatuba
	BP104**	Pará de Minas	116	Captação de água da SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto)
	BP082	Esmeraldas	123	Após a captação de água da SAAE em Pará de Minas
3	BP083	Paraopeba	192	Após a foz do ribeirão São João
	BP077		203	Captação da Copasa
	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
5	BPE6			353
	BPE7	Abaeté	400	Remanso da represa de Três Marias
	BPE8	Três Marias	423	Dentro da represa de Três Marias

*Os resultados do ponto BP093 serão reportados mensalmente no Boletim Informativo do Cidadão

** O ponto BPE4 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 novembro e dezembro 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, 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 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 - dezembro de 2023

Os resultados contidos neste Boletim Informativo do Cidadão foram avaliados para as amostragens de águas superficiais coletadas nos dias 4 e 5 de dezembro de 2023. No período de coletas houve registros de poucas chuvas. O mês apresentou clima mais seco, não sendo esperado para essa época do ano redução de pluviometria. As chuvas foram mais representativas nos dias 8, 12, 22 e 30, conforme os registros da ANA/INMET¹.

Salienta que ocorreu operação da dragagem e da escavadeira anfíbia nos dias em que aconteceram as coletas.

Os resultados com violações em dezembro de 2023 para cada estação de monitoramento e seus respectivos municípios estão apresentados na Tabela 1. Dentre os 17 pontos de monitoramento, dez deles 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. Não há registros de violações para chumbo total e mercúrio total, no período vigente.

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

Estação de monitoramento	Parâmetros						
	Alumínio dissolvido	Chumbo total	Mercúrio total	Turbidez	Manganês total	Ferro total	Ferro dissolvido
BP036 - Brumadinho							
BP093 - 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							
*sem amostragem, alteração de coleta para trimestral							
**não coletado							

Legenda das cores	
Violação	Sem violação

As amostragens realizadas nos pontos BPE6, BPE7 e BPE8 no reservatório de Três Marias foram alteradas para coletas trimestrais e serão contemplados nos boletins, quando apresentarem resultados.

É importante mencionar que os resultados da estação BP093 localizado no ribeirão Casa Branca (Quadro 1) estão sendo contemplados desde o Boletim nº 51. O BP093 recebe as águas tratadas provenientes do processo de dragagem que são vertidas para os reservatórios da EP-01 (Cortina Metálica em Estaca Prancha) e o tratamento dessas águas é realizado na ETAF1 (Estação de Tratamento de Águas Fluviais), onde o deságue do tratamento ocorre no ribeirão Casa Branca antes da sua confluência com o rio Paraopeba.

¹ ANA: <https://www.snirh.gov.br/hidrotelemetria/gerarGrafico.aspx>

INMET: <https://tempo.inmet.gov.br/TabelaEstacoes/>

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 valores máximos de alumínio dissolvido obtidos para cada ponto de monitoramento na série histórica antes do rompimento, os valores de máximo e mínimo obtidos nos primeiros 60 dias após o rompimento, e os valores obtidos nos meses de novembro e dezembro de 2023.

Observa-se registros de violações para alumínio dissolvido para os meses de novembro e dezembro, conforme as tonalidades de cores do Quadro 2. O resultado de novembro monitorado na estação do município de Paraopeba (BP083) apresentou violação acima da série histórica do IGAM, porém inferior ao valor máximo registrado da série emergencial após o rompimento em 2019. No mês de dezembro os registros de violações foram inferiores ao mês anterior.

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

Alumínio dissolvido (mg/L)					Igam, 2023		
Estação			2000-2018 (Série Hist.)	Série emergencial até 60 dias após rompimento em 2019		novembro de 2023	dezembro de 2023
Trecho	Pontos	Município	Máximo	Máximo	Mínimo	Resultado	Resultado
montante	BP036	Brumadinho	0,35	1,17	0,17	0,07	0,07
	BP093		sem dados	sem dados	sem dados	0,11	0,04
1	BPE2	Mário Campos	sem dados	0,71	0,02	0,13	sem dados
	BP068		0,54	0,63	0,02	0,25	0,08
	BP070		0,60	0,76	0,02	0,13	0,12
2	BP072	Betim	0,68	0,86	0,05	0,20	0,13
	BP104	Pará de Minas	sem dados	0,80	0,10	0,25	0,09
	BP082	Esmeraldas	0,36	1,09	0,06	0,27	0,08
3	BP083	Paraopeba	0,18	1,45	0,10	0,26	0,06
	BP077		sem dados	sem dados	sem dados	0,72	0,06
	BP078	Curvelo	0,39	1,57	0,16	0,21	0,13
4	BP087	Pompéu	sem dados	sem dados	sem dados	0,44	0,09
	BPE9	Felixlândia	sem dados	sem dados	sem dados	0,10	0,07
	BP099		0,26	1,16	0,12	0,02	0,03
5	BPE6	Abaeté	sem dados	0,05	0,02	sem dados	sem dados
	BPE7		sem dados	0,03	0,02	sem dados	sem dados
	BPE8		Três Marias	sem dados	0,13	0,02	sem dados
Limite Classe 2 DN 08/2022: 0,1 mg/L							

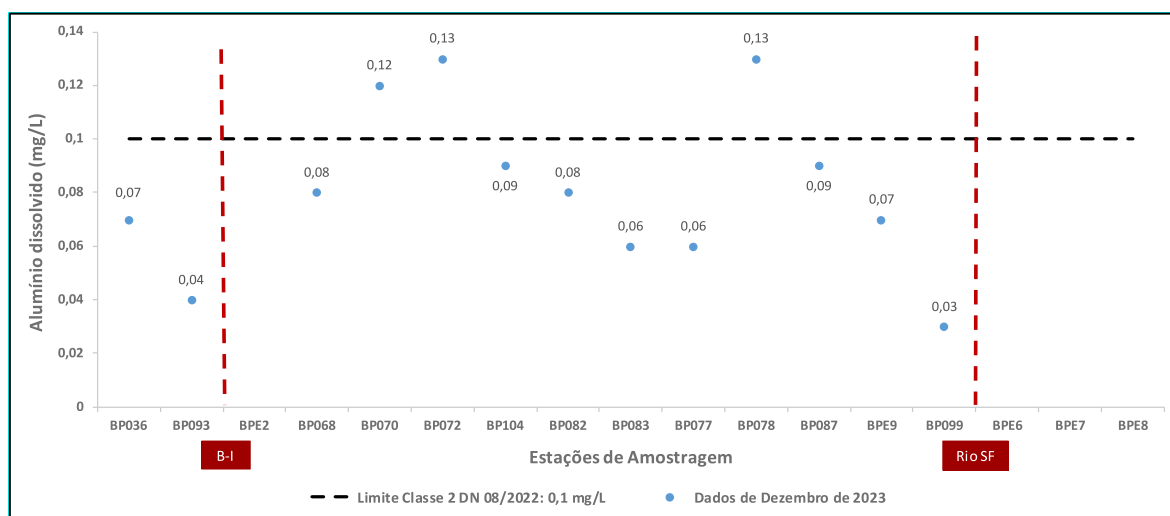
*BPE6, BPE7 e BPE8: coleta trimestral

**BPE2: não coletado

Na Figura 2 é possível observar as estações que apresentaram resultados com violações (acima da linha tracejada preta) para o mês atual (dezembro de 2023). Os municípios que apresentaram violações correspondem a São Joaquim de Bicas (BP070), Betim (BP072) e Curvelo (BP078), para o período de amostragem em 4 e 5/12/23.

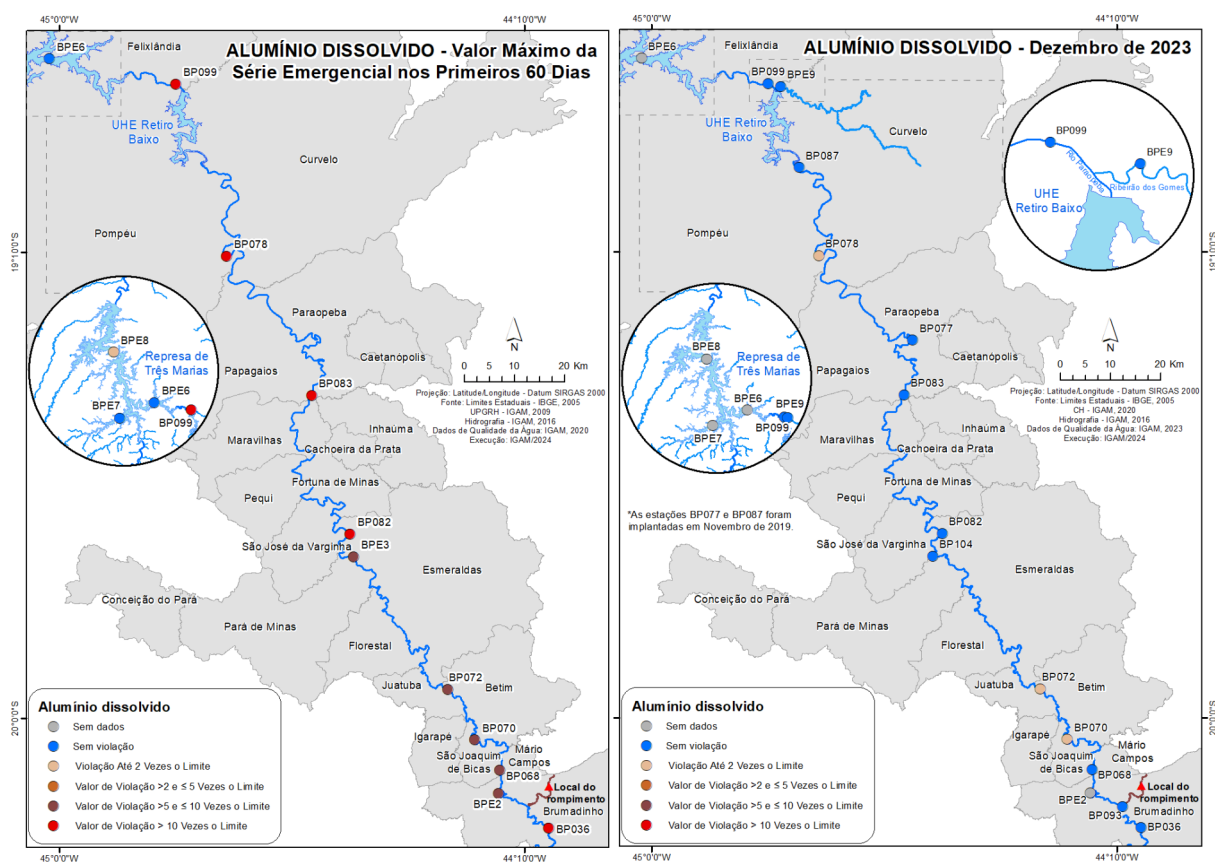
A presença desse metal no corpo d'água está relacionada ao carreamento do solo nos períodos chuvosos. Sendo importante lembrar que as variações de alumínio dissolvido na bacia não foram correlacionadas diretamente com a presença do rejeito, e nesse caso, essas violações podem estar relacionadas também com outras ações antrópicas na região.

Figura 2 - Resultados de alumínio dissolvido para dezembro de 2023



Os mapas (Figura 3) apresentam os valores máximos de alumínio dissolvido em cada estação monitorada nos primeiros 60 dias após o rompimento das barragens (2019), e do mês em análise (dezembro de 2023). As bolinhas azuis nos mapas representam as estações sem violação e as bolinhas coloridas indicam desconformidade (violação) com a legislação.

Figura 3 - Resultados dos valores máximos de alumínio dissolvido para cada estação de monitoramento nos primeiros 60 dias após o rompimento da B-I e os resultados do mês de dezembro 2023



Chumbo total e mercúrio total

As concentrações de chumbo total na bacia do rio Paraopeba já apresentavam registros históricos acima do limite permitido pela legislação vigente, ficando mais elevadas logo após o rompimento das barragens. Já o mercúrio total, que não tinha sido detectado historicamente na bacia, passou a ser identificado com valores acima do permitido pela legislação, depois do rompimento.

Destaca-se que a partir do período seco de 2021 não foram observados valores insatisfatórios para o chumbo total nas medições realizadas. No entanto, observa-se que esse parâmetro ainda é recorrente na estação chuvosa nos anos seguintes ao rompimento e apresenta resultados em desconformidade com a legislação.

O Quadro 3 apresenta valores máximos de chumbo total obtidos para cada ponto de monitoramento na série histórica antes do rompimento, os valores de máximo e mínimo obtidos nos primeiros 60 dias após o rompimento e os valores obtidos nos meses de novembro e dezembro de 2023.

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

Estação			Chumbo total (mg/L)				
			2000-2018 (Série Hist.)	Série emergencial até 60 dias após rompimento em 2019		novembro de 2023	dezembro de 2023
Trecho	Pontos	Município	Máximo	Máximo	Mínimo	Resultado	Resultado
montante	BP036	Brumadinho	0,028	0,015	0,005	0,004	0,003
	BP093		sem dados	sem dados	sem dados	0,001	0,001
1	BPE2	Mário Campos	sem dados	0,069	0,005	0,002	sem dados
	BP068		0,035	0,147	0,005	0,003	0,002
	BP070		São Joaquim de Bicas	0,040	0,090	0,005	0,004
2	BP072	Betim	0,044	0,038	0,005	0,002	0,003
	BP104	Pará de Minas	sem dados	0,017	0,005	0,003	0,003
	BP082	Esmeraldas	0,023	0,036	0,005	0,003	0,002
3	BP083	Paraopeba	0,020	0,017	0,005	0,004	0,002
	BP077		sem dados	sem dados	sem dados	0,005	0,003
	BP078	Curvelo	0,027	0,012	0,005	0,009	0,002
	BP087	Pompéu	sem dados	sem dados	sem dados	0,002	0,001
4	BPE9	Felixlândia	sem dados	sem dados	sem dados	0,001	0,001
	BP099		0,012	0,011	0,005	0,001	0,001
5	BPE6	Abaeté	sem dados	0,005	0,005	sem dados	sem dados
	BPE7		sem dados	0,005	0,005	sem dados	sem dados
	BPE8		Três Marias	sem dados	0,005	0,005	sem dados

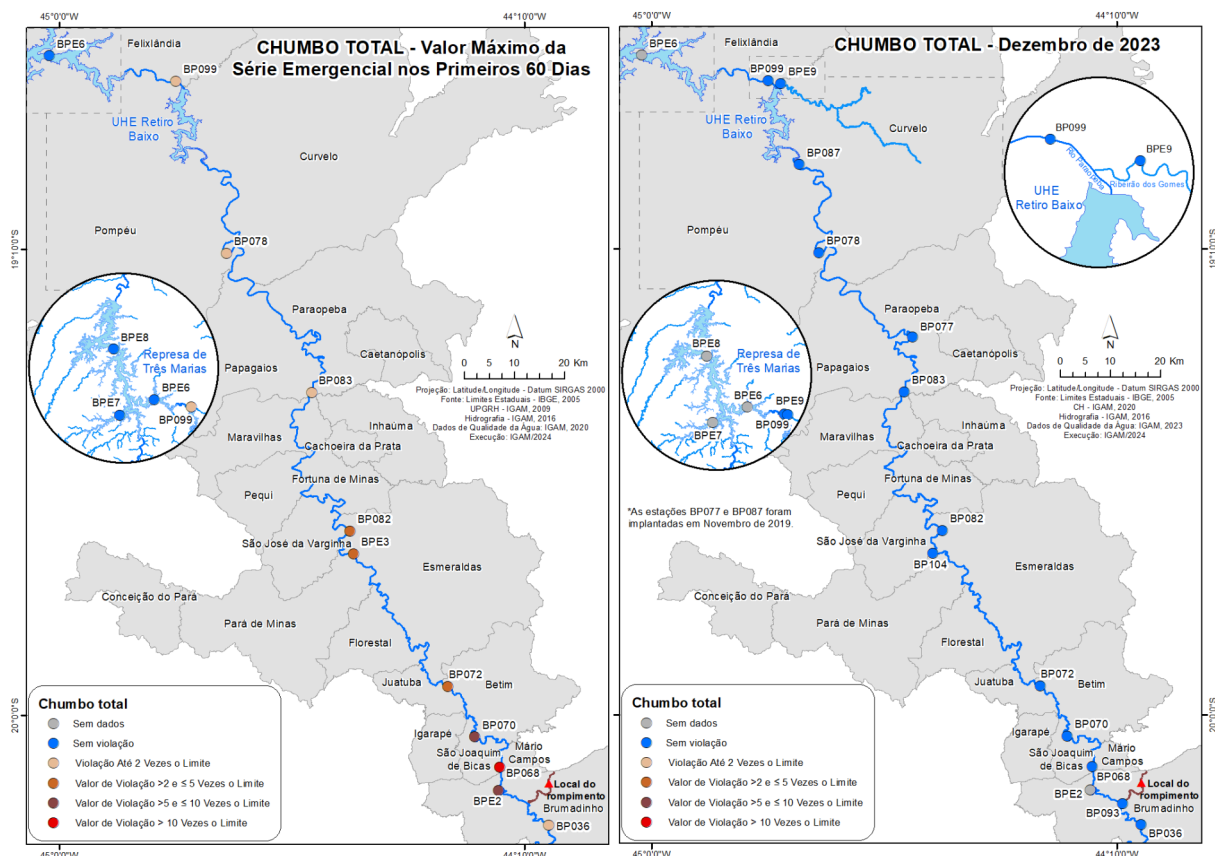
Limite Classe 2 DN 08/2022: 0,01 mg/L

*BPE6, BPE7 e BPE8: coleta trimestral

**BPE2: não coletado

Observa-se que não há registros de violações para chumbo total no mês de novembro e dezembro de 2023, conforme Quadro 3 e mapas (Figura 4). As bolinhas azuis nos mapas representam as estações sem violação e as bolinhas coloridas indicam desconformidade (violação) com a legislação.

Figura 4 - Resultados dos valores máximos de chumbo total para cada estação de monitoramento nos primeiros 60 dias após o rompimento da B-I e os resultados do mês de dezembro 2023



O Quadro 4 apresenta valores máximos de mercúrio total obtidos para cada ponto de monitoramento na série histórica antes do rompimento, os valores de máximo e mínimo obtidos nos primeiros 60 dias após o rompimento e os valores obtidos nos meses de novembro e dezembro de 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		novembro de 2023	dezembro de 2023	
Trecho	Pontos	Município	Máximo	Máximo	Mínimo	Resultado	Resultado	
montante	BP036	Brumadinho	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	
	BP093		sem dados	sem dados	sem dados	0,20	0,20	
BPE2	sem dados		2,13	0,20	0,20	sem dados		
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	
	BP082	Esmeraldas	0,20	0,81	0,20	0,20	0,20	
3	BP083	Paraopeba	0,20	0,84	0,20	0,20	0,20	
	BP077		sem dados	sem dados	sem dados	0,20	0,20	
	BP078	Curvelo	0,20	0,44	0,20	0,20	0,20	
	BP087	Pompéu	sem dados	sem dados	sem dados	0,20	0,20	
4	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	sem dados	sem dados	
	BPE7		sem dados	0,20	0,20	sem dados	sem dados	
	BPE8	Três Marias	sem dados	0,20	0,20	sem dados	sem dados	

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

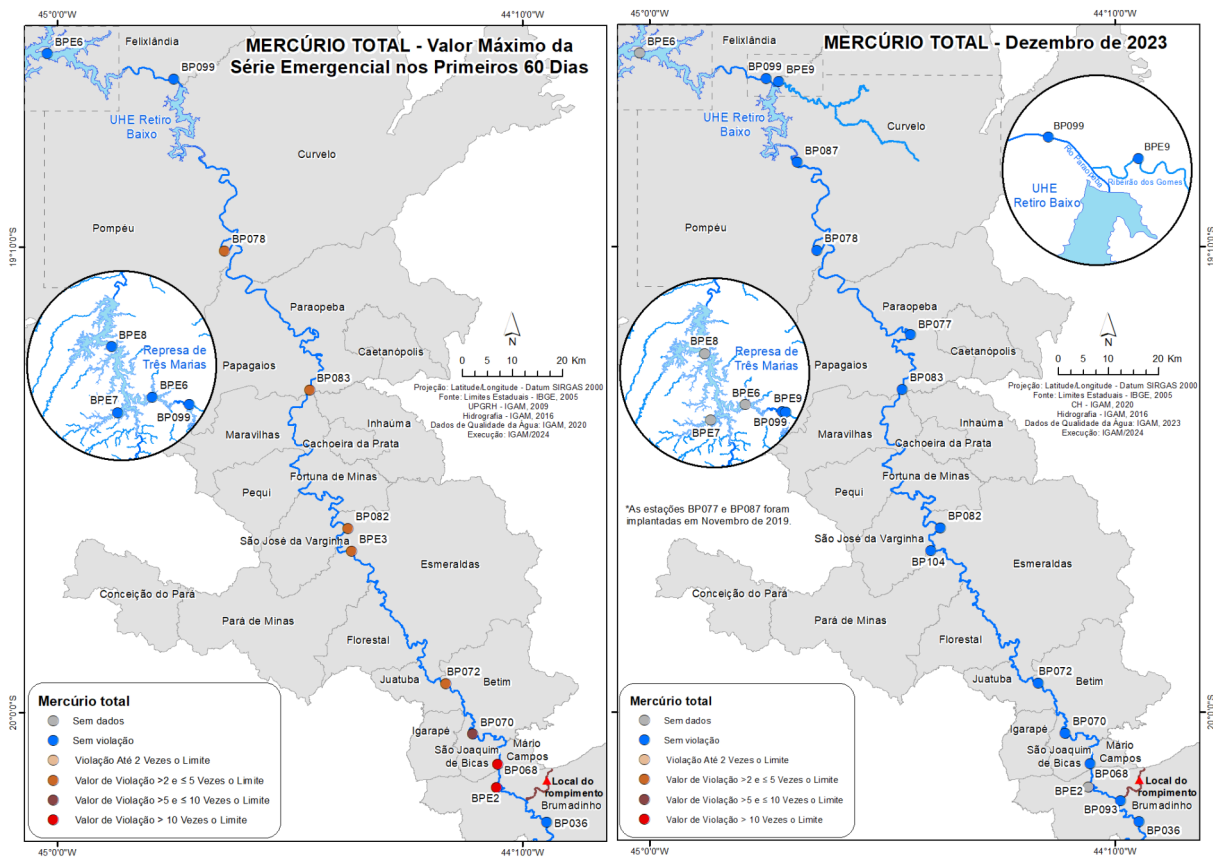
*BPE6, BPE7 e BPE8: coleta trimestral

**BPE2: não coletado

Observa-se que não há registros de violações para mercúrio total no mês de novembro e dezembro de 2023, conforme Quadro 4 e mapas (Figura 5). As bolinhas azuis nos mapas representam as estações sem violação e as bolinhas coloridas indicam desconformidade (violação) com a legislação.

Destaca-se que desde abril de 2019 não foram observados valores insatisfatórios para o mercúrio total nas medições realizadas.

Figura 5 - Resultados dos valores máximos de mercúrio total para cada estação de monitoramento nos primeiros 60 dias após o rompimento da B-I e os resultados do mês de dezembro 2023



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 da barragem B-I, já que não faziam parte da sua composição. Contudo, a presença desses metais está associada ao arraste de materiais que se misturaram à lama durante a passagem do rejeito e propiciaram a ressuspensão de sedimentos depositados na calha do rio e elevando as concentrações desses 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 parâmetros 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 valores máximos de turbidez obtidos para cada ponto de monitoramento na série histórica antes do rompimento, os valores de máximo e mínimo obtidos nos primeiros 60 dias após o rompimento e os valores obtidos nos meses de novembro e dezembro 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		novembro de 2023	dezembro de 2023	
Trecho	Pontos	Município	Máximo	Máximo	Mínimo	Resultado	Resultado	
montante	BP036	Brumadinho	609	439	34	111	171	
	BP093		sem dados	sem dados	sem dados	6	9	
1	BPE2	Mário Campos	sem dados	30240	407	81	sem dados	
	BP068		596	34500	40	89	82	
	BP070		1856	18588	44	139	89	
2	BP072	Betim	1268	17148	23	46	78	
	BP104	Pará de Minas	sem dados	8468	97	95	43	
	BP082	Esmeraldas	1010	4854	13	85	47	
3	BP083	Paraopeba	775	1545	12	104	44	
	BP077		sem dados	sem dados	sem dados	112	42	
	BP078	Curvelo	766	818	11	137	49	
	BP087	Pompéu	sem dados	sem dados	sem dados	92	31	
4	BPE9	Felixlândia	sem dados	sem dados	sem dados	60	33	
	BP099		546	1140	6	6	4	
5	BPE6	Abaeté	sem dados	12	3	sem dados	sem dados	
	BPE7		sem dados	4	4	sem dados	sem dados	
	BPE8		Três Marias	sem dados	7	3	sem dados	sem dados

Limite Classe 2 DN 08/2022: 100 NTU

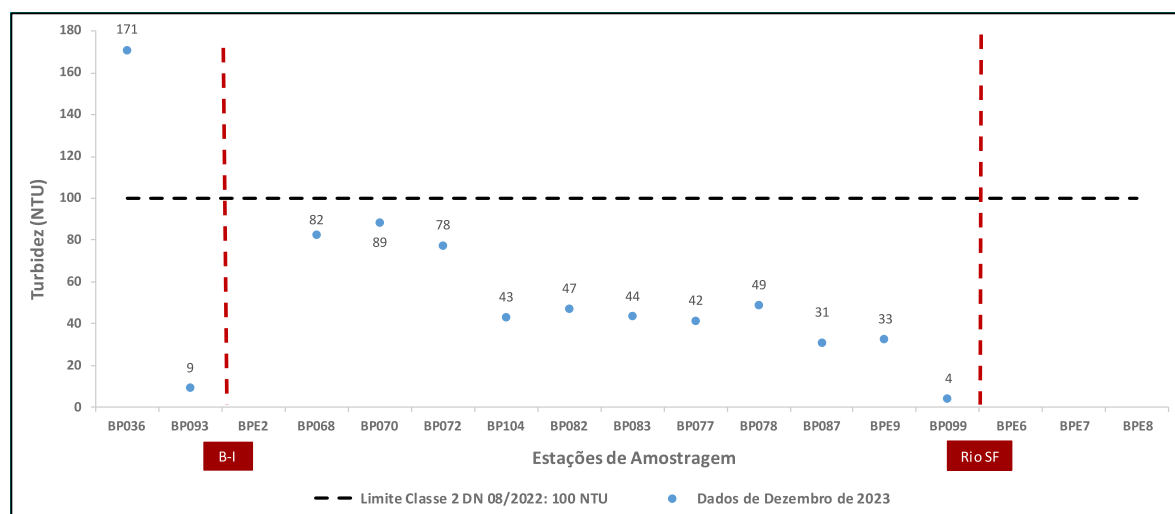
*BPE6, BPE7 e BPE8: coleta trimestral

**BPE2: não coletado

Observa-se registros de violações para turbidez no mês de novembro e dezembro, conforme escala de cores do Quadro 5. Apesar dessas violações, as mesmas não ultrapassam a série histórica do IGAM e nem o valor máximo registrado da série emergencial após o rompimento.

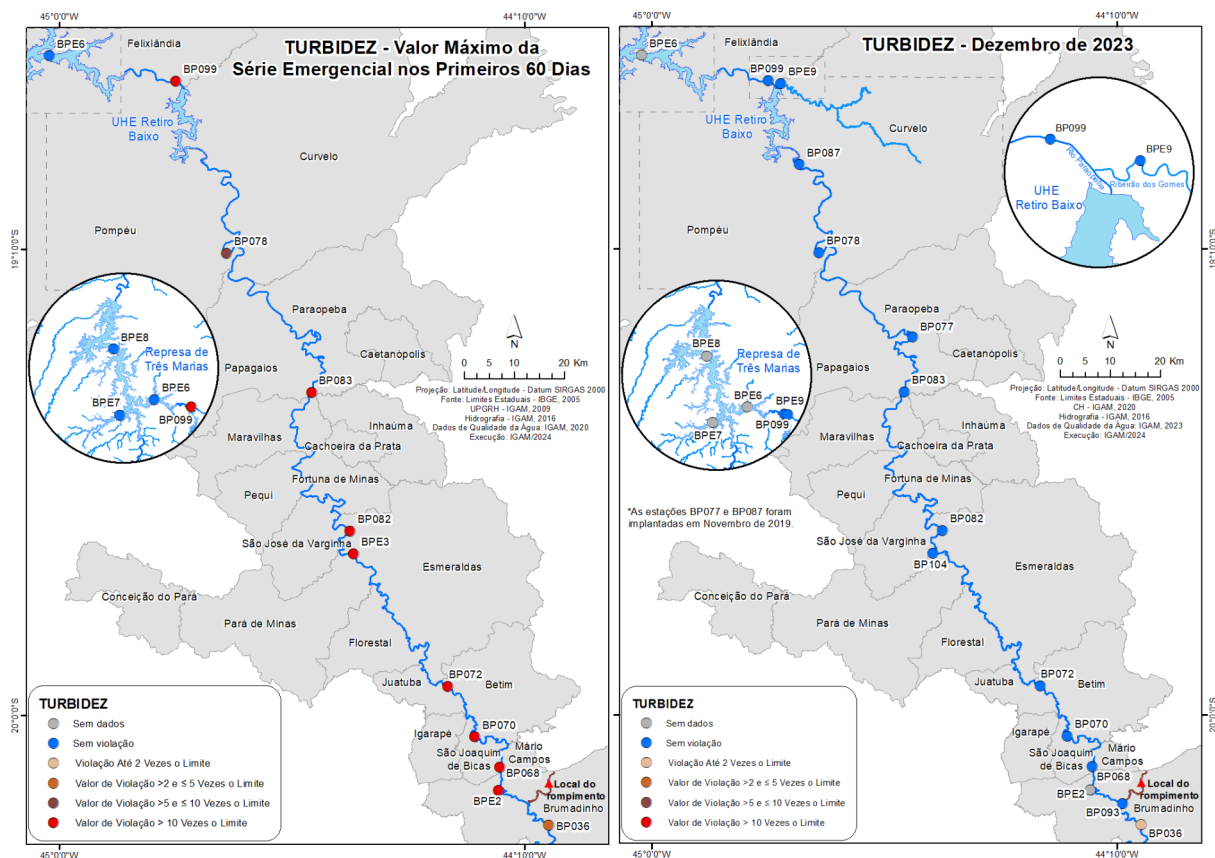
A Figura 6 mostra os resultados de turbidez para cada ponto de monitoramento para o mês atual (dezembro de 2023). É possível verificar que o município que apresentou registro de violação (acima da linha tracejada preta) corresponde apenas a Brumadinho (BP036), para o período de amostragem realizado no dia 4 de dezembro de 2023.

Figura 6 - Resultados de turbidez para dezembro de 2023



Os mapas (Figura 7) apresentam os valores máximos de turbidez, em cada estação monitorada no município nos primeiros 60 dias após o rompimento das barragens (2019), e do mês em análise (dezembro de 2023). As bolinhas azuis representam uma estação sem violação e as bolinhas coloridas indicam desconformidade (com violação) com a legislação.

Figura 7 - Resultados dos valores máximos de turbidez para cada estação de monitoramento nos primeiros 60 dias após o rompimento da B-I e os resultados do mês de dezembro 2023



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 analisar 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 valores máximos de manganês total obtidos para cada ponto de monitoramento na série histórica antes do rompimento, os valores de máximo e mínimo obtidos nos primeiros 60 dias após o rompimento e os valores obtidos nos meses de novembro e dezembro de 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		novembro de 2023	dezembro de 2023	
Trecho	Pontos	Município	Máximo	Máximo	Mínimo	Resultado	Resultado	
montante	BP036	Brumadinho	1,39	1,17	0,02	0,50	0,31	
	BP093		sem dados	sem dados	sem dados	0,06	0,06	
1	BPE2	Mário Campos	sem dados	19,06	0,04	0,19	sem dados	
	BP068		1,69	46,27	0,14	0,47	0,25	
	BP070		1,54	24,77	0,23	0,35	0,20	
2	BP072	Betim	1,73	10,31	0,15	0,17	0,17	
	BP104	Pará de Minas	sem dados	4,90	0,25	0,23	0,20	
	BP082	Esmeraldas	1,14	7,45	0,06	0,23	0,13	
3	BP083	Paraopeba	0,88	3,91	0,02	0,20	0,11	
	BP077		sem dados	sem dados	sem dados	0,21	0,13	
	BP078	Curvelo	1,30	1,75	0,02	0,51	0,09	
4	BP087	Pompéu	sem dados	sem dados	sem dados	0,13	0,06	
	BPE9	Felixlândia	sem dados	sem dados	sem dados	0,16	0,10	
	BP099		0,72	0,42	0,02	0,03	0,03	
5	BPE6	Abaeté	sem dados	0,02	0,01	sem dados	sem dados	
	BPE7		sem dados	0,04	0,02	sem dados	sem dados	
	BPE8		Três Marias	sem dados	0,01	0,01	sem dados	sem dados

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

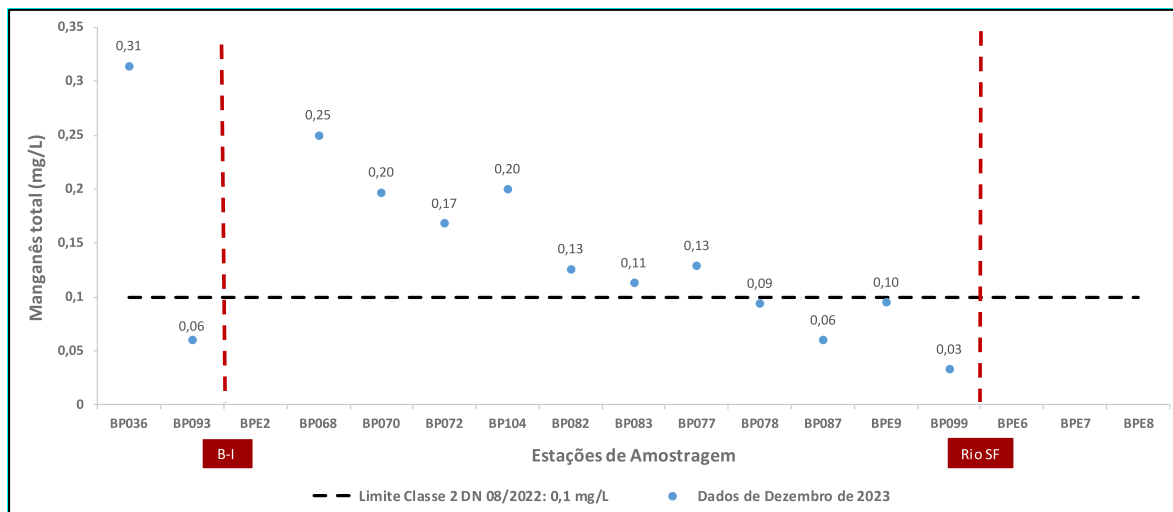
*BPE6, BPE7 e BPE8: coleta trimestral

**BPE2: não coletado

Observa-se que o número de violações de manganês total no mês de dezembro é inferior ao mês de novembro, conforme as tonalidades de cores do Quadro 6. A redução das violações provavelmente está relacionada ao baixo índice pluviométrico no mês, que por consequência contribuiu para um menor revolvimento do rejeito depositado no leito do rio.

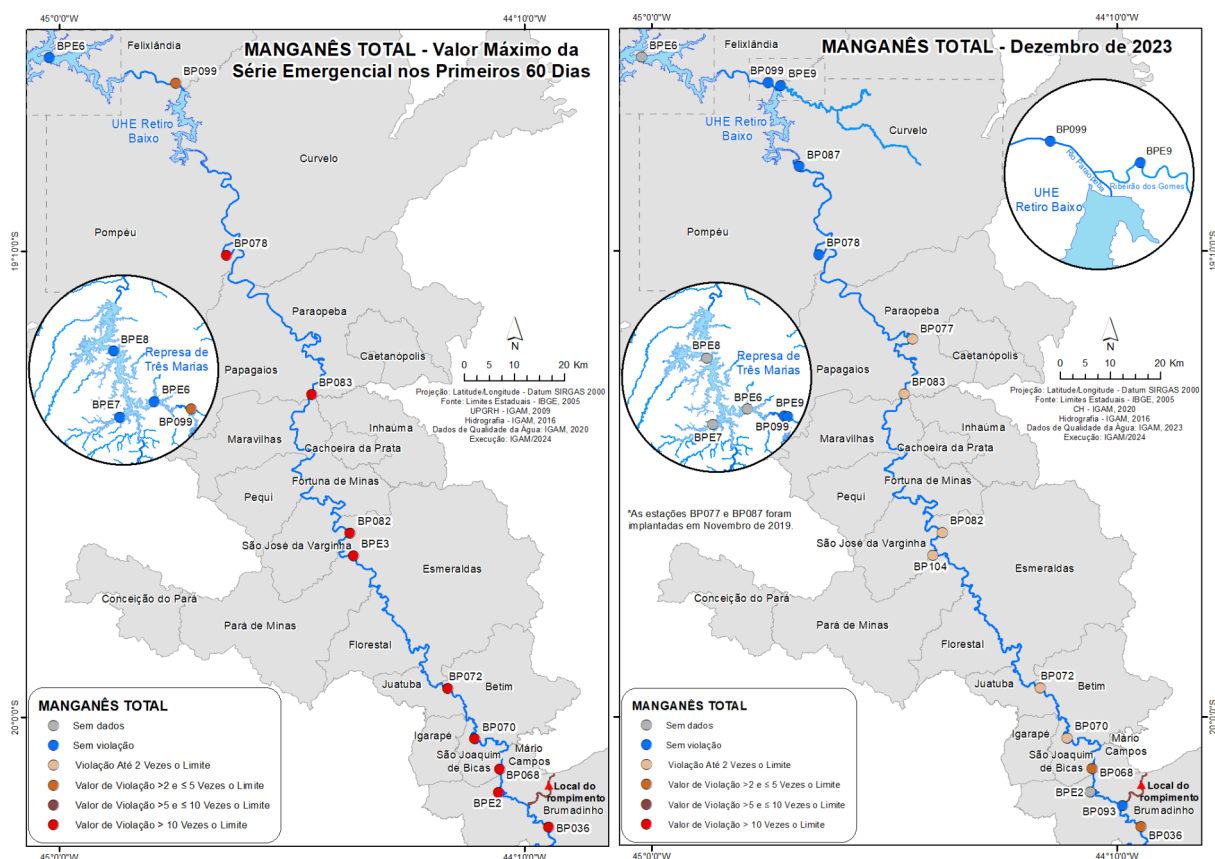
A Figura 8 mostra os resultados de manganês total para cada estação de monitoramento para o mês atual (dezembro 2023). Observa-se que os municípios que apresentaram violações (acima da linha tracejada preta) correspondem aos municípios de Brumadinho (BP036), Mário Campos (BP068), São Joaquim de Bicas (BP070), Betim (BP072), Pará de Minas (BP104), Esmeraldas (BP082), Paraopeba (BP083, BP077). Os maiores valores registrados foram em Brumadinho - BP036 (0,31mg/L) e Mário Campos - BP068 (0,25 mg/L), para o período de amostragem realizado no dia 4/12/2023. Apesar dessas violações, as mesmas não ultrapassam a série histórica do IGAM e nem o valor máximo registrado da série emergencial após o rompimento.

Figura 8 - Resultados de manganês total para dezembro de 2023



Os mapas (Figura 9) apresentam os valores máximos de manganês total em cada estação monitorada nos primeiros 60 dias após o rompimento das barragens (2019), e do mês em análise (dezembro de 2023). As bolinhas azuis nos mapas representam as estações sem violação e as bolinhas coloridas indicam desconformidade (violação) com a legislação.

Figura 9 - Resultados de manganês total para cada estação de monitoramento nos primeiros 60 dias após o rompimento da B-I e os resultados do mês de dezembro 2023



O Quadro 7 apresenta valores máximos de ferro total obtidos para cada ponto de monitoramento na série histórica antes do rompimento, os valores de máximo e mínimo obtidos nos primeiros 60 dias após o rompimento e os valores obtidos nos meses de novembro e dezembro de 2023.

É importante mencionar que a legislação não estabelece limite de classe para o parâmetro ferro total. O padrão normativo estabelece valor limite para a forma dissolvida. Porém, constatou-se que a maior parte do ferro proveniente do rejeito da barragem B-I está associado à sua fração total e não está dissolvido na água. Dessa forma, para acompanhar o comportamento desse metal, foi definido por meio de um modelo estatístico, o valor de 1,75 mg/L a fim de estabelecer uma faixa de comparação para a definição das tonalidades de cores no Quadro 7, bem como a representação nos mapas.

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		novembro de 2023	dezembro de 2023
Trecho	Pontos	Município	Máximo	Máximo	Mínimo	Resultado	Resultado
montante	BP036	Brumadinho	sem dados	9,22	2,14	3,70	3,09
	BP093		sem dados	sem dados	sem dados	0,62	0,40
1	BPE2	Mário Campos	sem dados	28,52	1,19	1,89	sem dados
	BP068		sem dados	39,35	3,70	3,56	2,15
	BP070		São Joaquim de Bicas	sem dados	62,00	2,70	3,25
2	BP072	Betim	sem dados	22,52	1,69	1,85	1,85
	BP104	Pará de Minas	sem dados	9,67	1,19	2,60	1,91
	BP082	Esmeraldas	sem dados	17,78	1,43	2,39	1,43
3	BP083	Paraopeba	sem dados	10,92	1,80	2,55	1,66
	BP077		sem dados	sem dados	sem dados	2,55	1,69
	BP078	Curvelo	sem dados	5,62	1,73	4,91	1,43
	BP087	Pompéu	sem dados	sem dados	sem dados	2,21	0,93
4	BPE9	Felixlândia	sem dados	sem dados	sem dados	1,57	1,66
	BP099		sem dados	4,76	0,44	0,12	0,08
5	BPE6	Abaeté	sem dados	0,15	0,07	sem dados	sem dados
	BPE7		sem dados	0,14	0,08	sem dados	sem dados
	BPE8		Três Marias	sem dados	0,08	0,04	sem dados

Limite Classe 2 DN 08/2022: não se aplica

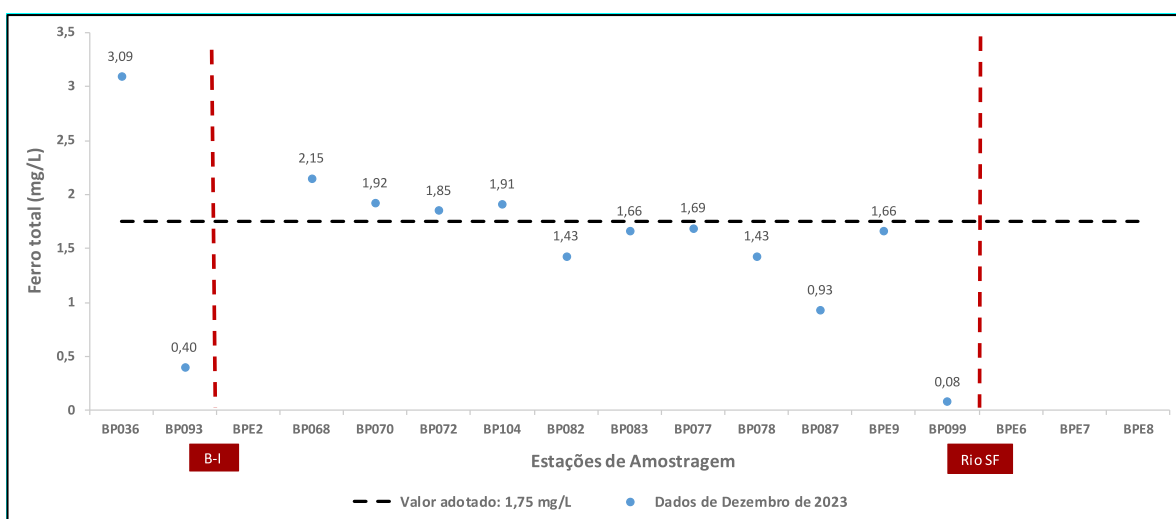
*BPE6, BPE7 e BPE8: coleta trimestral

**BPE2: não coletado

O Quadro 7 e a Figura 10 mostram os resultados de ferro total para cada estação de monitoramento. Observa-se que houve registros acima de 1,75 mg/L (valor adotado conforme citado acima) em novembro e dezembro de 2023. Os registros atuais (dezembro/23) ocorreram nos municípios de Brumadinho (BP036), Mário Campos (BP068), São Joaquim de Bicas (BP070), Betim (BP072) e Pará de Minas (BP104).

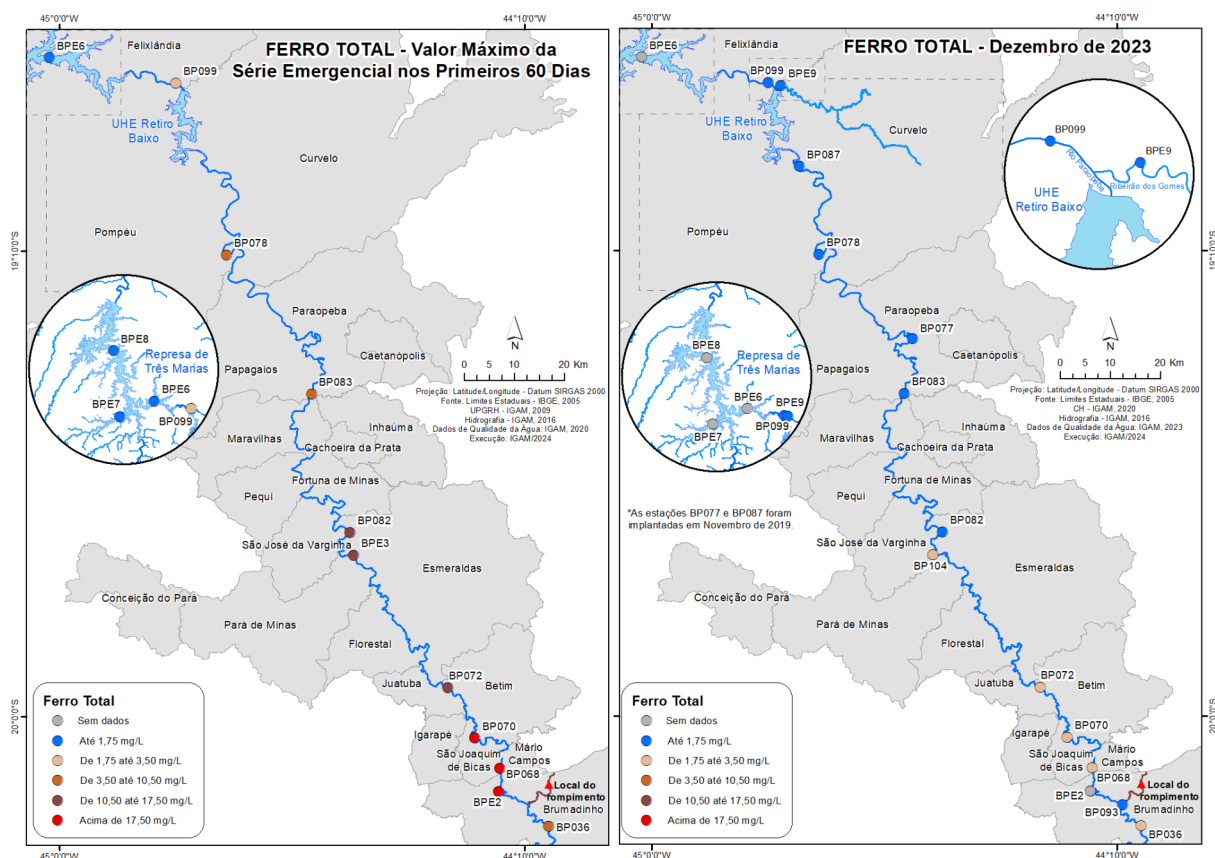
O valor de ferro total de maior destaque ocorreu no município de Brumadinho - BP036 (3,09 mg/L), para o período de amostragem realizado no dia 4/12/23.

Figura 10 - Resultados de ferro total para outubro de 2023



Os mapas (Figura 11) apresentam os valores máximos de ferro total em cada estação monitorada nos primeiros 60 dias após o rompimento das barragens (2019), e do mês em análise (dezembro de 2023). As bolinhas azuis nos mapas representam as estações sem registros acima de 1,75 mg/L e as bolinhas coloridas indicam valores acima.

Figura 11 - Resultados dos valores máximos de ferro total para cada estação de monitoramento nos primeiros 60 dias após o rompimento da B-I e os resultados do mês de outubro 2023



Ferro dissolvido

O Quadro 8 apresenta valores máximos de ferro dissolvido obtidos para cada ponto de monitoramento na série histórica antes do rompimento, os valores de máximo e mínimo obtidos nos primeiros 60 dias após o rompimento e os valores obtidos nos meses de novembro e dezembro de 2023.

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

Estação			Ferro dissolvido (mg/L)				Igam, 2023	
Trecho	Pontos	Município	2000-2018	Série emergencial até 60 dias		novembro de	dezembro de	
			(Série Hist.)	após rompimento em 2019		2023	2023	
			Máximo	Máximo	Mínimo	Resultado	Resultado	
montante	BP036	Brumadinho	0,98	1,22	0,20	0,11	0,14	
	BP093		sem dados	sem dados	sem dados	0,19	0,09	
1	BPE2	Mário Campos	sem dados	1,11	0,03	0,24	sem dados	
	BP068		0,97	1,24	0,03	0,41	0,18	
	BP070		São Joaquim de Bicas	1,57	1,16	0,03	0,21	0,25
2	BP072	Betim	0,77	1,27	0,06	0,31	0,28	
	BP104	Pará de Minas	sem dados	1,36	0,15	0,26	0,15	
	BP082	Esmeraldas	0,99	1,27	0,07	0,30	0,19	
3	BP083	Paraopeba	0,56	1,42	0,11	0,43	0,12	
	BP077		sem dados	sem dados	sem dados	0,52	0,08	
	BP078	Curvelo	1,19	1,82	0,15	0,24	0,16	
	BP087	Pompéu	sem dados	sem dados	sem dados	0,30	0,12	
4	BPE9	Felixlândia	sem dados	sem dados	sem dados	0,34	0,52	
	BP099		0,44	1,14	0,12	0,02	0,03	
5	BPE6	Abaeté	sem dados	0,03	0,03	sem dados	sem dados	
	BPE7		sem dados	0,03	0,03	sem dados	sem dados	
	BPE8		Três Marias	sem dados	0,07	0,03	sem dados	sem dados

Limite Classe 2 DN 08/2022: 0,3 mg/L

*BPE6, BPE7 e BPE8: coleta trimestral

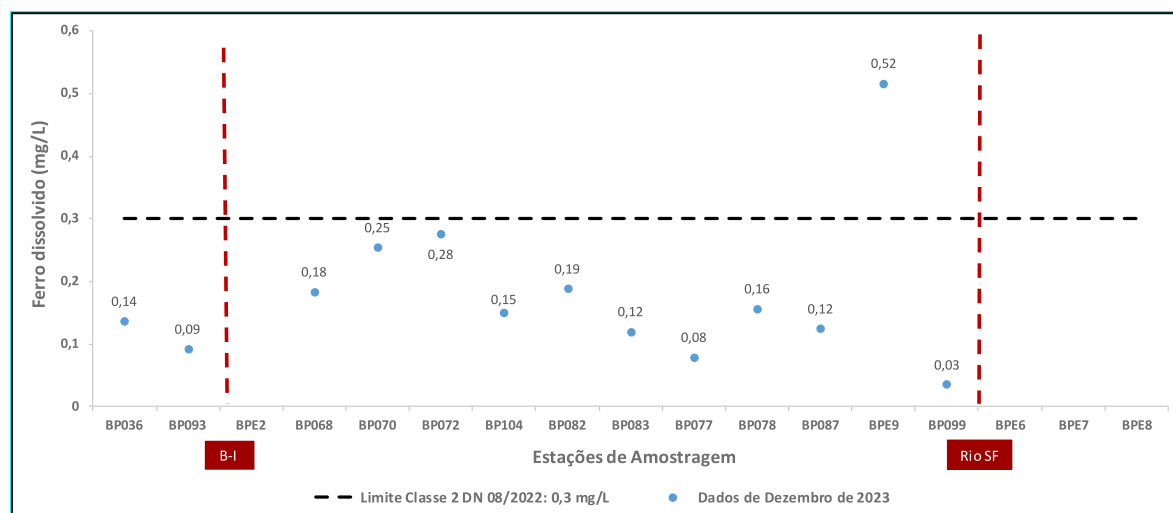
**BPE2: não coletado

Observa-se que o número de violações para ferro dissolvido no mês de dezembro é inferior ao mês de novembro, conforme as tonalidades de cores do Quadro 8. No mês de dezembro de 2023, os resultados de ferro dissolvido acima do limite legal (0,3 mg/L) foram registrados no trecho 1 ao trecho 4, porém as violações apresentadas não ultrapassam a série histórica do IGAM e nem o valor máximo registrado na série emergencial após o rompimento.

A Figura 12 mostra os resultados de ferro dissolvido para cada estação de monitoramento para o mês atual (dezembro/23). Observa-se que o único município que apresentou resultado superior ao limite legal de 0,3 mg/L (acima da linha tracejada preta) correspondem a Felixlândia (BPE9 – ribeirão dos Gomes). A coleta foi realizada dia 5/12/2023.

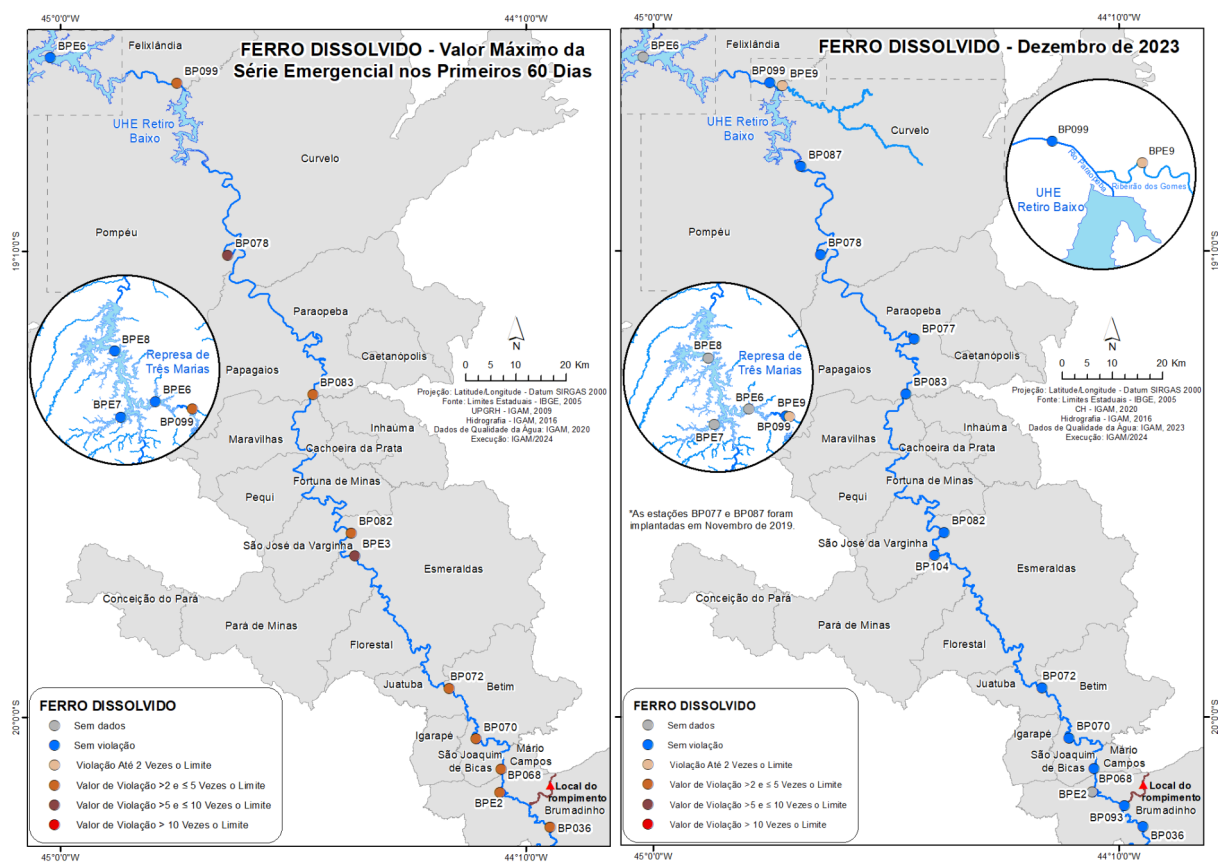
É importante mencionar que a estação BPE9 está localizada no tributário ribeirão dos Gomes com sua foz depois da UHE Retiro Baixo, portanto, não possui relação com a presença de rejeito de minério, proveniente do rompimento da barragem B-I da Vale.

Figura 12 - Resultados de ferro dissolvido para dezembro de 2023



Os mapas (Figura 13) apresentam os valores máximos de ferro dissolvido em cada estação monitorada nos primeiros 60 dias após o rompimento das barragens (2019), e do mês em análise (dezembro de 2023). As bolinhas azuis nos mapas representam as estações sem violação e as bolinhas coloridas indicam desconformidade (violação) com a legislação.

Figura 13 - Resultados dos valores máximos de ferro dissolvido para cada estação de monitoramento nos primeiros 60 dias após o rompimento da B-I e os resultados do mês de dezembro 2023



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
Marco Antônio Ribeiro Silva
Matheus Duarte Santos
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.