



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 realiza, mensalmente, o monitoramento de qualidade das águas em 14 pontos na bacia do rio Paraopeba e em três estações localizadas no reservatório da UHE Três Marias.

Mais informações: <https://feam.br/recuperacao-ambiental-da-bacia-do-rio-paraopeba/-acoes-e-programas-de-recuperacao-ambiental-da-bacia-hidrografica-do-rio-paraopeba>

A Rede de amostragem

Os 17 pontos considerados no monitoramento especial 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.

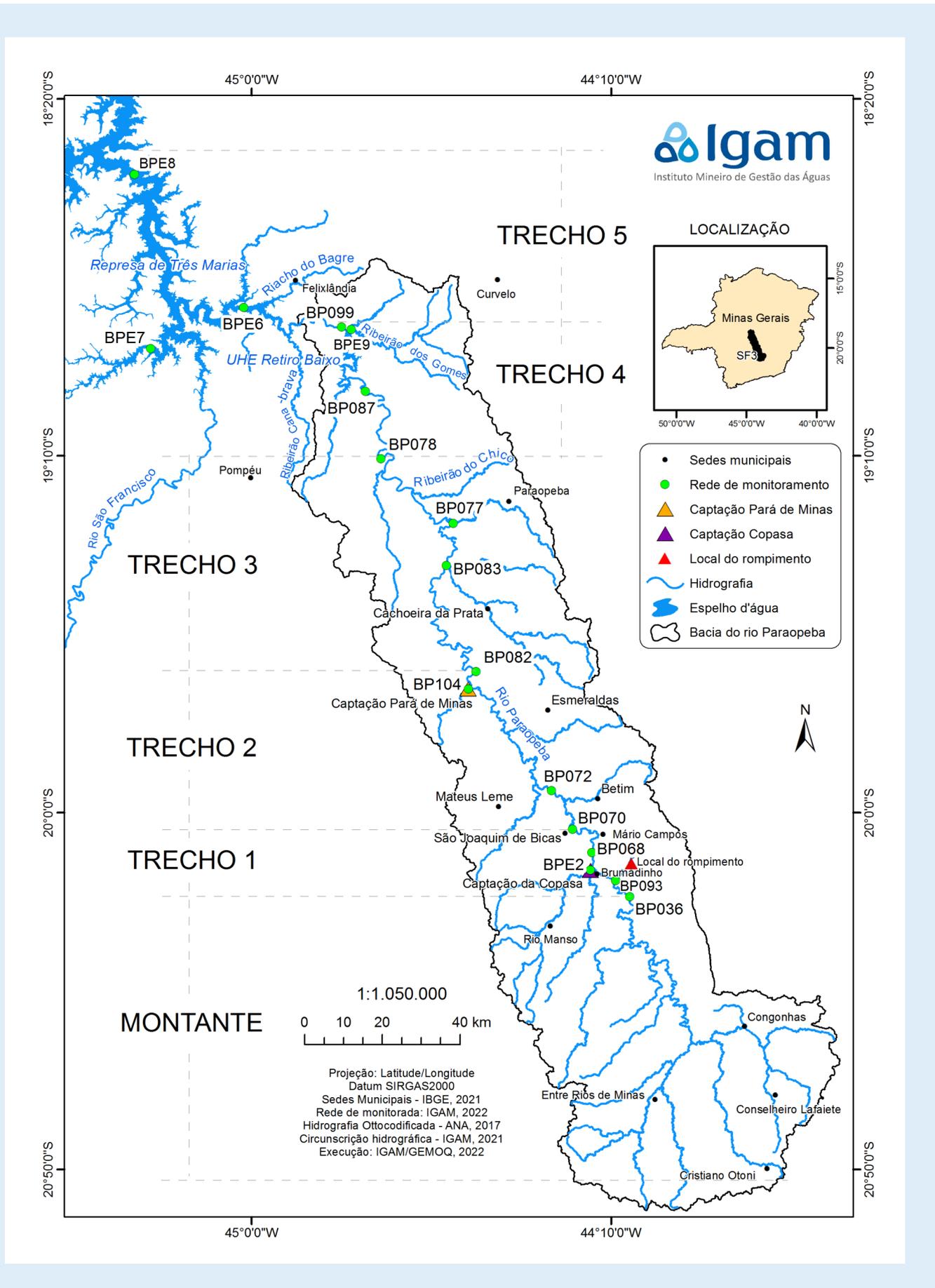
Quadro 1 – Localização e características dos pontos monitorados

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	Mário Campos	20	Sistema Paraopeba de captação da Copasa
	BP068		25	5 km após a captação da Copasa
	BP070		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	Três Marias	353	Remanso da represa de Três Marias
	BPE7		400	Remanso da represa de Três Marias
	BPE8		423	Dentro da represa de Três Marias

*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 fevereiro e março de 2024.

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

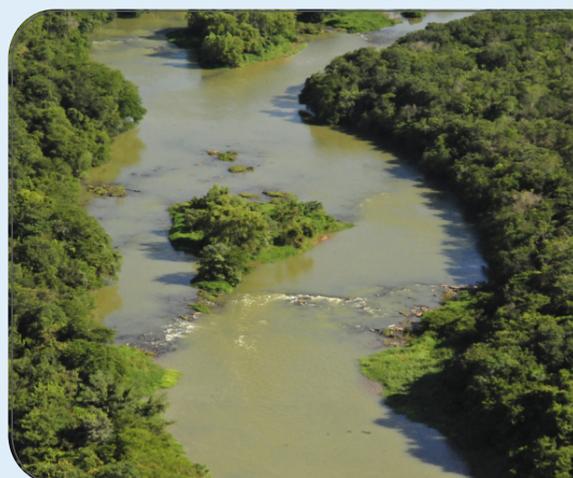
De maneira geral, observa-se que, na primeira semana de monitoramento após o rompimento das barragens, os maiores impactos sobre o ribeirão Ferro-Carvão e o rio Paraopeba ocorreram nos primeiros 40 km de extensão, distância medida desde as barragens que se romperam até a estação de monitoramento BP070, 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 - março de 2024

Os resultados contidos neste Boletim Informativo do Cidadão foram avaliados para as amostragens de águas superficiais coletadas nos dias 7, 8, 12, 13 e 14 de março de 2024. No período de coletas houve registros de chuvas principalmente nos dias 7 e 12. O mês apresentou período pluviométrico mais fortes após a segunda quinzena do mês, com volumes de chuvas acima da média histórica, conforme os registros da ANA/INMET¹.

Os resultados das violações de março de 2024 para cada estação de monitoramento e seus respectivos municípios estão apresentados na Tabela 1. Dentre os 17 pontos de monitoramento, quatorze 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 houve registro de violações para mercúrio total, chumbo total, e nem registros de violações dos parâmetros analisados nesse boletim para o reservatório de Três Marias, no período vigente.

As amostragens realizadas nos pontos BPE6, BPE7 e BPE8 no reservatório de Três Marias foram alteradas para coletas mensais desde janeiro de 2024.

Tabela 1 - Estações monitoradas que apresentaram parâmetros violados e sem violações para resultados de março de 2024

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							

Legenda das cores	
	Violação
	Sem violação

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 ponto BP093 recebe as águas tratadas provenientes do processo de dragagem que são vertidas para os reservatórios da EP-01 (Cortina Metálica em Estaca Prancha 1) e o tratamento dessas águas é realizado na ETAF1 (Estação de Tratamento de Águas Fluviais 1), 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 fevereiro e março de 2024.

Observa-se registros de violações para alumínio dissolvido acima do limite legal (0,1 mg/L) para os meses de fevereiro e março/2024, conforme as tonalidades de cores do Quadro 2. O monitoramento na estação do município de Paraopeba (BP083) apresentou violação acima da série histórica do IGAM em ambos os meses, porém inferior ao valor máximo registrado da série emergencial após o rompimento em 2019. Os registros de violações do mês atual correspondem do trecho 1 ao trecho 4.

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		fevereiro de 2024	março de 2024
Trecho	Pontos	Município	Máximo	Máximo	Mínimo	Resultado	Resultado
montante	BP036	Brumadinho	0,35	1,17	0,17	0,13	0,08
	BP093		sem dados	sem dados	sem dados	0,08	0,09
1	BPE2	Mário Campos	sem dados	0,71	0,02	0,28	0,11
	BP068		0,54	0,63	0,02	0,15	0,10
	BP070		0,60	0,76	0,02	0,12	0,22
2	BP072	Betim	0,68	0,86	0,05	0,17	0,28
	BP104	Pará de Minas	sem dados	0,80	0,10	0,61	0,30
	BP082	Esmeraldas	0,36	1,09	0,06	0,25	0,21
3	BP083	Paraopeba	0,18	1,45	0,10	0,82	0,24
	BP077		sem dados	sem dados	sem dados	0,11	0,18
	BP078	Curvelo	0,39	1,57	0,16	0,14	0,16
4	BP087	Pompéu	sem dados	sem dados	sem dados	0,14	0,14
	BPE9	Felixlândia	sem dados	sem dados	sem dados	0,11	0,25
	BP099		0,26	1,16	0,12	0,15	0,15
5	BPE6	Abaeté	sem dados	0,05	0,02	0,17	0,09
	BPE7		sem dados	0,03	0,02	0,14	0,08
	BPE8		Três Marias	sem dados	0,13	0,02	0,08

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

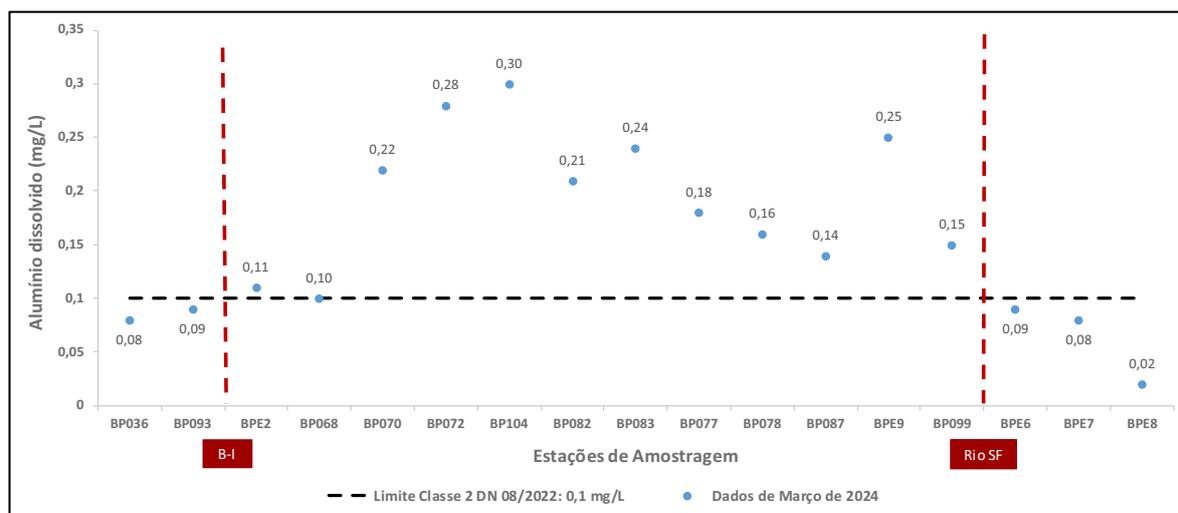
A Figura 2 mostra os resultados de alumínio dissolvido para cada ponto de monitoramento para o mês atual (março de 2024). É possível verificar que os municípios que apresentaram registros de violações (acima da linha tracejada preta) correspondem a Brumadinho (BPE2), São Joaquim de Bicas (BP070), Betim (BP072), Pará de Minas (BP104), Esmeraldas (BP082), Paraopeba (BP083, BP077), Curvelo (BP078), Pompéu (BP087), Felixlândia (BPE9 - ribeirão dos Gomes; BP099 - após a UHE de Retiro Baixo e antes de sua foz na UHE Três Marias). O maior valor registrado no mês foi de 0,30 mg/L em Pará de Minas (BP104).

Não foram identificados registros de violações de alumínio dissolvido acima de 0,1 mg/L no reservatório de Três Marias (BPE6, BPE7, BPE8).

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.

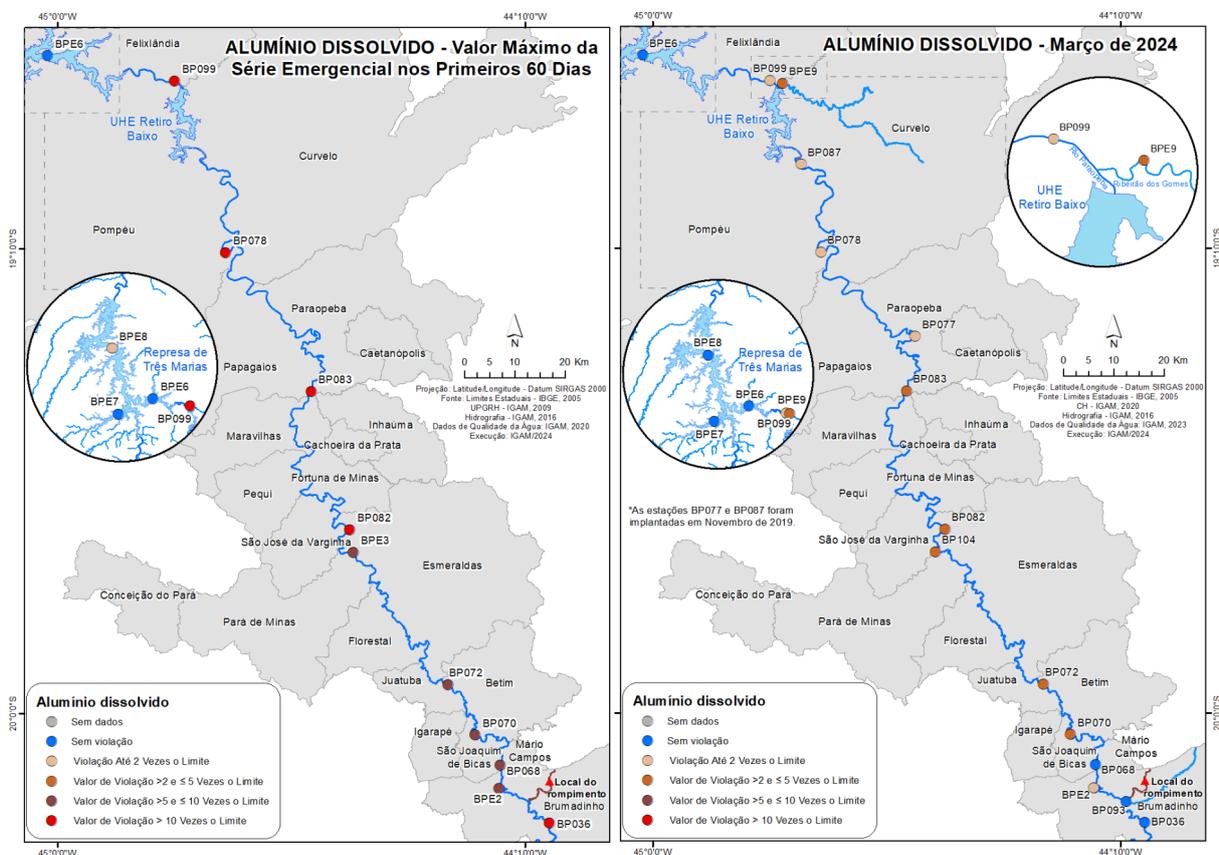
É importante mencionar que a estação BPE9 está localizada no tributário ribeirão dos Gomes com sua foz depois da UHE Retiro Baixo, portanto, não possui relação com a presença de rejeito de minério, proveniente do rompimento da barragem B-I da Vale.

Figura 2 - Resultados de alumínio dissolvido para março de 2024



Os mapas da 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 (março de 2024). 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 março de 2024



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 fevereiro e março de 2024.

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

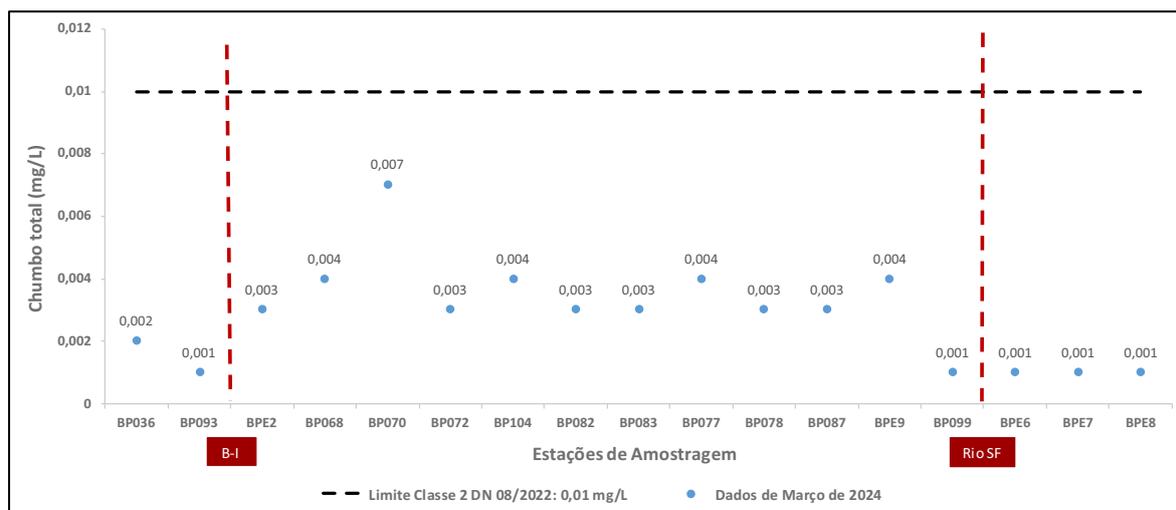
Chumbo total (mg/L)							Igam
Estação			2000-2018 (Série Hist.)	Série emergencial até 60 dias após rompimento em 2019		fevereiro de 2024	março de 2024
Trecho	Pontos	Município	Máximo	Máximo	Mínimo	Resultado	Resultado
montante	BP036	Brumadinho	0,028	0,015	0,005	0,008	0,002
	BP093		sem dados	sem dados	sem dados	0,005	0,001
1	BPE2	Mário Campos	sem dados	0,069	0,005	0,012	0,003
	BP068		0,035	0,147	0,005	0,011	0,004
	BP070		São Joaquim de Bicas	0,040	0,090	0,005	0,003
2	BP072	Betim	0,044	0,038	0,005	0,002	0,003
	BP104	Pará de Minas	sem dados	0,017	0,005	0,005	0,004
	BP082	Esmeraldas	0,023	0,036	0,005	0,008	0,003
3	BP083	Paraopeba	0,020	0,017	0,005	0,004	0,003
	BP077		sem dados	sem dados	sem dados	0,004	0,004
	BP078	Curvelo	0,027	0,012	0,005	0,005	0,003
	BP087	Pompéu	sem dados	sem dados	sem dados	0,003	0,003
4	BPE9	Felixlândia	sem dados	sem dados	sem dados	0,004	0,004
	BP099		0,012	0,011	0,005	0,001	0,001
5	BPE6	Abaeté	sem dados	0,005	0,005	0,001	0,001
	BPE7		sem dados	0,005	0,005	0,001	0,001
	BPE8		Três Marias	sem dados	0,005	0,005	0,001

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

Observa-se registros de violações (acima de 0,01 mg/L) para chumbo total no mês de fevereiro de 2024, conforme Quadro 3.

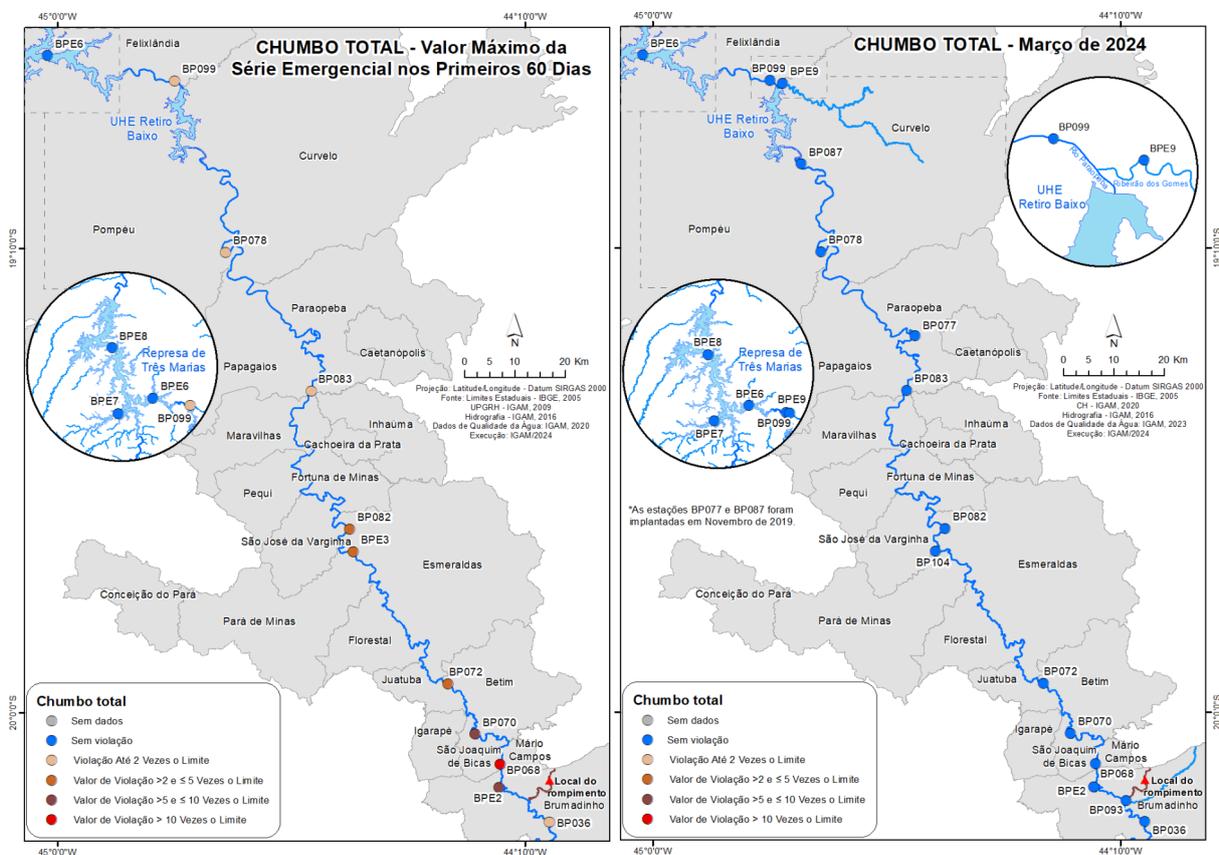
O gráfico da Figura 4 mostra os resultados de chumbo total de março de 2024 para cada estação de monitoramento e que não apresentaram valores superiores ao estabelecido pela legislação (acima da linha tracejada preta).

Figura 4 - Resultados de chumbo total para março de 2024



Os mapas da Figura 5 apresentam os valores máximos de chumbo total em cada estação monitorada nos primeiros 60 dias após o rompimento das barragens (2019), e do mês em análise (março de 2024). As bolinhas azuis nos mapas representam as estações sem violação e as bolinhas coloridas indicam desconformidade (violação) com a legislação.

Figura 5 - 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 março de 2024



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 fevereiro e março de 2024.

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

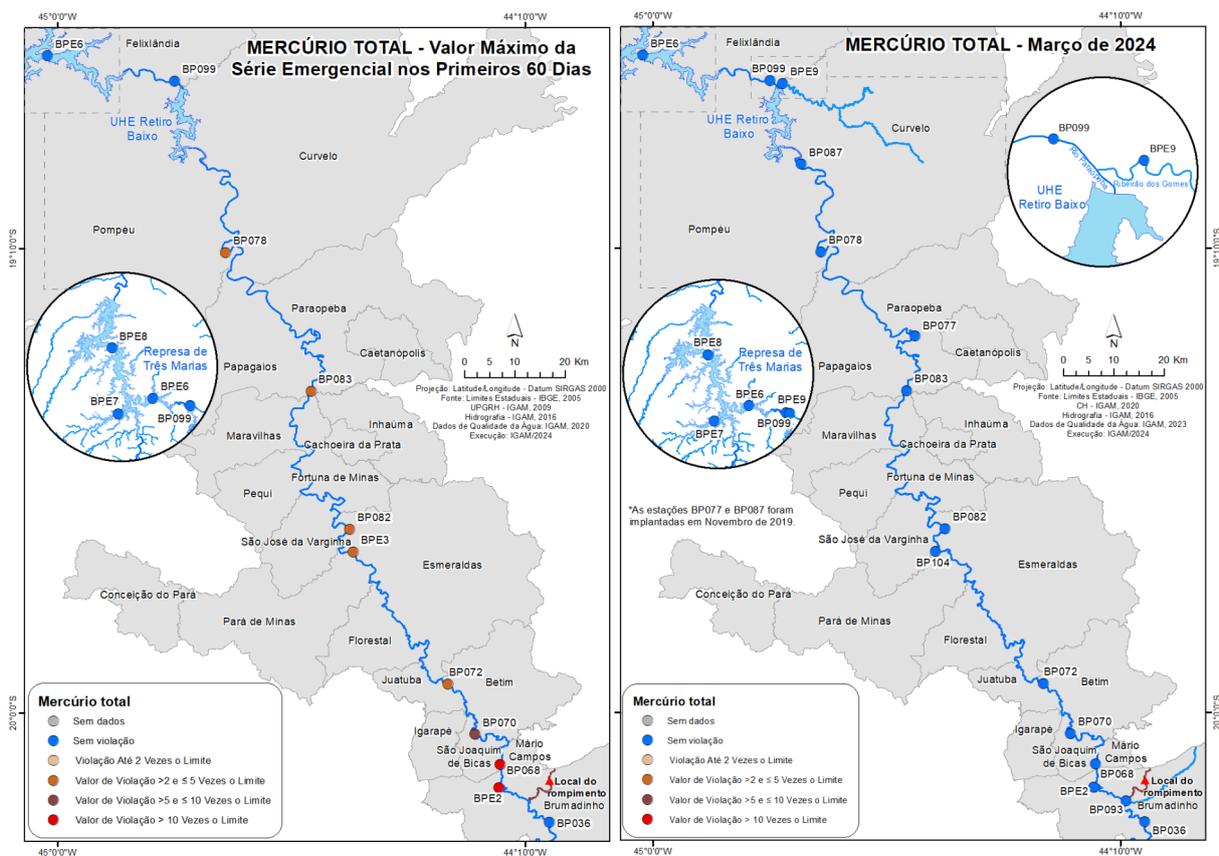
Mercúrio total ($\mu\text{g/L}$)							
Estação			2000-2018 (Série Hist.)	Série emergencial até 60 dias após rompimento em 2019		fevereiro de 2024	março de 2024
Trecho	Pontos	Município	Máximo	Máximo	Mínimo	Resultado	Resultado
montante	BP036	Brumadinho	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
	BP093		sem dados	sem dados	sem dados	0,20	0,20
1	BPE2	Mário Campos	sem dados	2,13	0,20	0,20	0,20
	BP068		0,20	4,23	0,20	0,20	0,20
	BP070		São Joaquim de Bicas	0,20	1,79	0,02	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
4	BP087	Pompéu	sem dados	sem dados	sem dados	0,20	0,20
	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	Três Marias	sem dados	0,20	0,20	0,20	0,20
	BPE7		sem dados	0,20	0,20	0,20	0,20
	BPE8		sem dados	0,20	0,20	0,20	0,20

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

Observa-se que não há registros de violações (acima de 0,20 µg/L) para mercúrio total nos meses de fevereiro e março de 2024, conforme Quadro 4 e mapas da Figura 6. 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 6 - 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 março de 2024



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 fevereiro e março de 2024.

Quadro 5 - Resultados de Turbidez (NTU)

Turbidez (NTU)							
Estação			2000-2018 (Série Hist.)	Série emergencial até 60 dias após rompimento em 2019		fevereiro de 2024	março de 2024
Trecho	Pontos	Município	Máximo	Máximo	Mínimo	Resultado	Resultado
montante	BP036	Brumadinho	609	439	34	274	84
	BP093		sem dados	sem dados	sem dados	121	41
1	BPE2	Mário Campos	sem dados	30240	407	485	131
	BP068		596	34500	40	397	267
	BP070		São Joaquim de Bicas	1856	18588	44	73
2	BP072	Betim	1268	17148	23	127	147
	BP104	Pará de Minas	sem dados	8468	97	215	143
	BP082	Esmeraldas	1010	4854	13	211	133
3	BP083	Paraopeba	775	1545	12	139	136
	BP077		sem dados	sem dados	sem dados	187	151
	BP078	Curvelo	766	818	11	162	124
	BP087	Pompéu	sem dados	sem dados	sem dados	146	94
4	BPE9	Felixlândia	sem dados	sem dados	sem dados	299	334
	BP099		546	1140	6	56	45
5	BPE6	Abaeté	sem dados	12	3	13	5
	BPE7		sem dados	4	4	7	6
	BPE8		Três Marias	sem dados	7	3	6

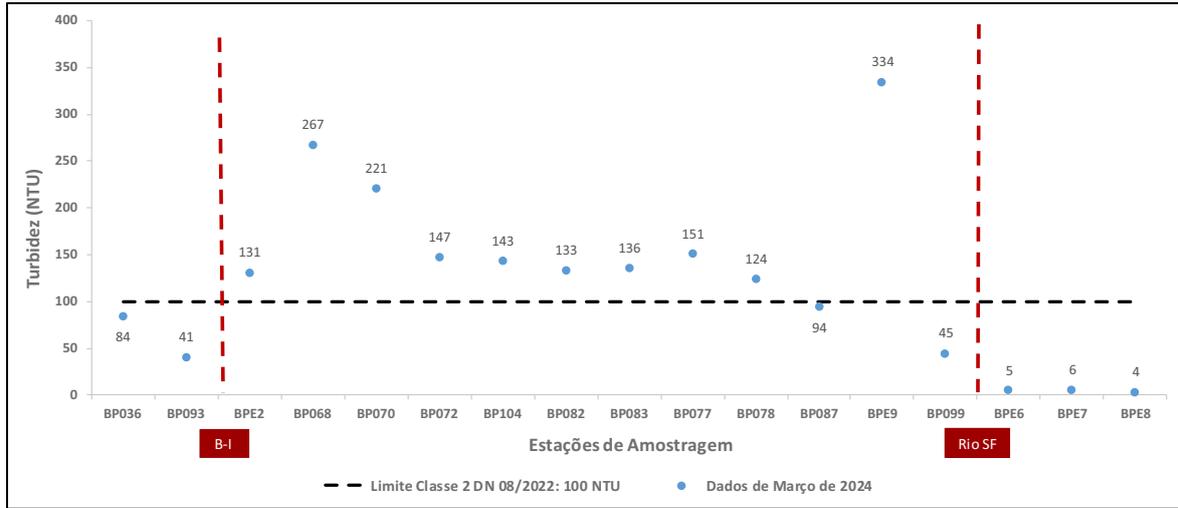
Limite Classe 2 DN 08/2022: 100 NTU

Observa-se registros de violações (acima de 100 NTU) para turbidez no mês de janeiro e fevereiro de 2024, conforme escala de cores do Quadro 5.

A Figura 7 mostra os resultados de turbidez para cada ponto de monitoramento para o mês atual (março de 2024). É possível verificar que os municípios que apresentaram registros de violações (acima da linha tracejada preta) correspondem a Brumadinho (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 Felixlândia (BPE9 - **ribeirão dos Gomes**). O maior valor registrado no mês foi de 334 NTU em Felixlândia.

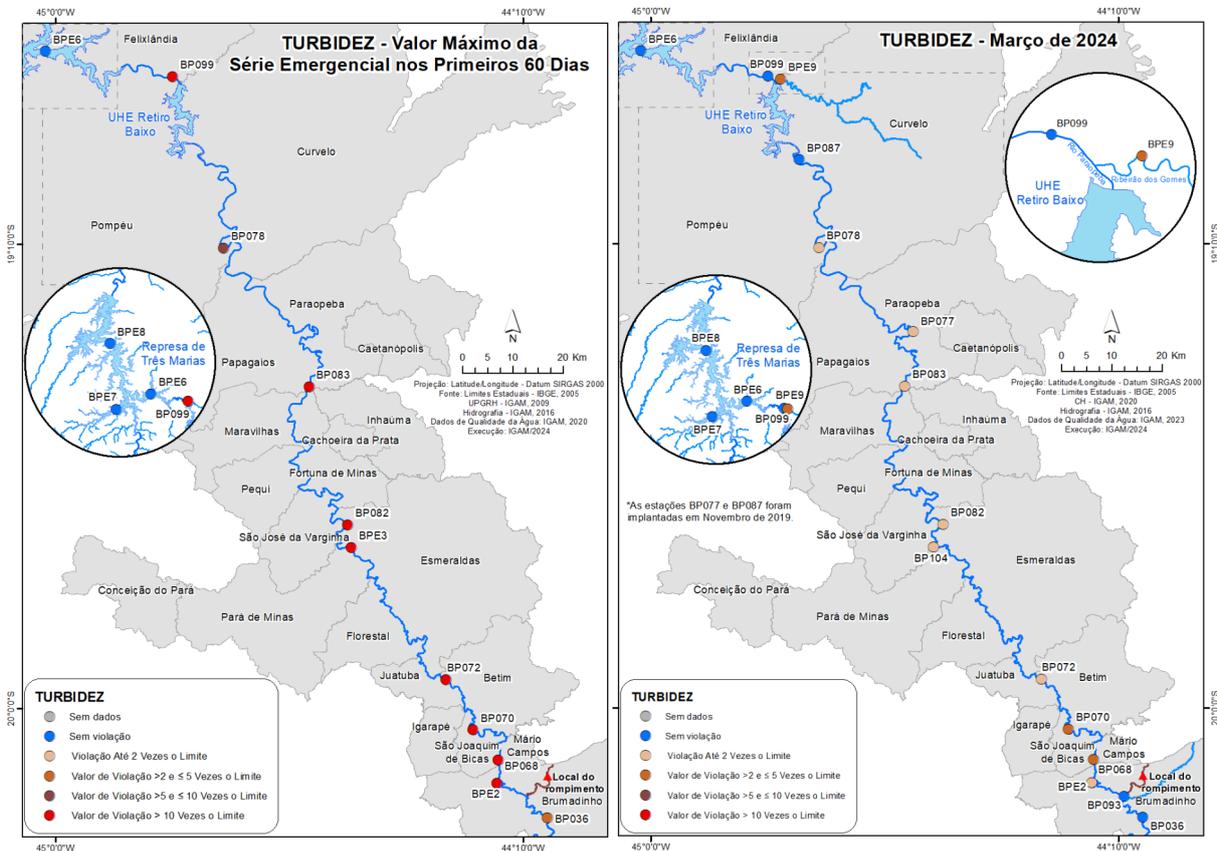
Não foram identificados registros de violações de turbidez acima de 100 NTU no reservatório de Três Marias (BPE6, BPE7, BPE8).

Figura 7 - Resultados de turbidez para março de 2024



Os mapas da Figura 8 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 (março de 2024). As bolinhas azuis representam uma estação sem violação e as bolinhas coloridas indicam desconformidade (violação) com a legislação.

Figura 8 - 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 março de 2024



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 fevereiro e março de 2024.

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

Manganês total (mg/L)							
Estação			2000-2018 (Série Hist.)	Série emergencial até 60 dias após rompimento em 2019		fevereiro de 2024	março de 2024
Trecho	Pontos	Município	Máximo	Máximo	Mínimo	Resultado	Resultado
montante	BP036	Brumadinho	1,39	1,17	0,02	0,73	0,37
	BP093		sem dados	sem dados	sem dados	0,30	0,09
BPE2	sem dados		19,06	0,04	1,19	0,25	
1	BP068	Mário Campos	1,69	46,27	0,14	1,08	0,36
	BP070	São Joaquim de Bicas	1,54	24,77	0,23	0,41	1,07
2	BP072	Betim	1,73	10,31	0,15	0,18	0,31
	BP104	Pará de Minas	sem dados	4,90	0,25	0,40	0,38
	BP082	Esmeraldas	1,14	7,45	0,06	0,71	0,34
3	BP083	Paraopeba	0,88	3,91	0,02	0,31	0,35
	BP077		sem dados	sem dados	sem dados	0,36	0,48
	BP078	Curvelo	1,30	1,75	0,02	0,49	0,30
	BP087	Pompéu	sem dados	sem dados	sem dados	0,24	0,22
4	BPE9	Felixlândia	sem dados	sem dados	sem dados	0,06	0,07
	BP099		0,72	0,42	0,02	0,03	0,02
5	BPE6	Abaeté	sem dados	0,02	0,01	0,01	0,003
	BPE7		sem dados	0,04	0,02	0,04	0,01
	BPE8	Três Marias	sem dados	0,01	0,01	0,01	0,003

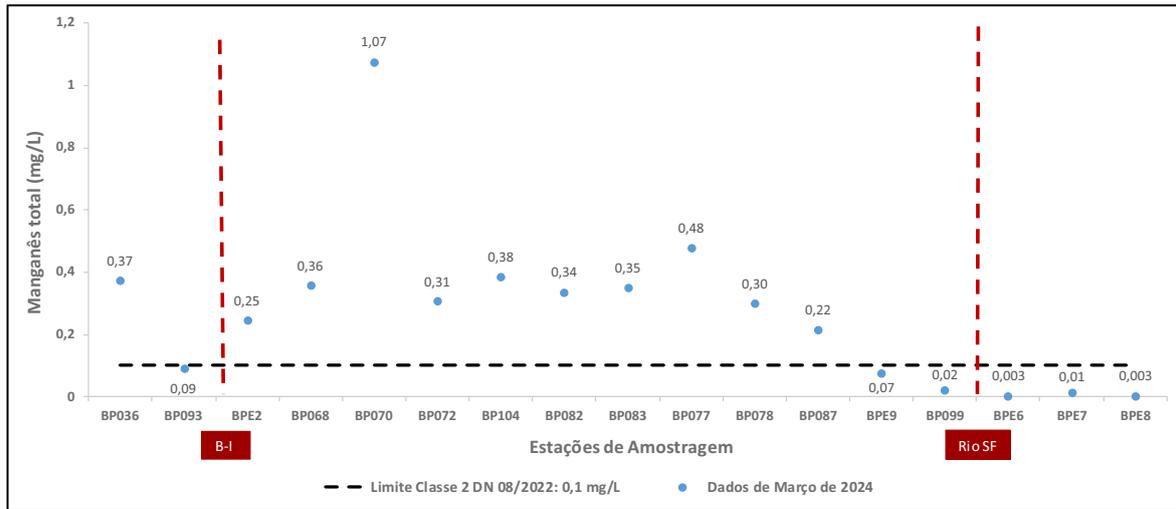
Limite Classe 2 DN 08/2022: 0,1 mg/L

Observa-se violações (acima de 0,1 mg/L) de manganês total no mês de fevereiro e março de 2024, conforme as tonalidades de cores do Quadro 6. Esses resultados indicam influência pluviométrica do mês, que por consequência contribuiu para um maior revolvimento do rejeito depositado na margem e no leito do rio, dentro outras ações antrópicas na região monitorada, incluindo as atividades de dragagem (operação para retirado do rejeito do rio) a jusante da confluência do ribeirão Ferro-Carvão com o rio Paraopeba.

A Figura 9 mostra os resultados de manganês total para cada estação de monitoramento para o mês atual (março de 2024). Observa-se que os municípios que apresentaram violações (acima da linha tracejada preta) correspondem aos municípios de Brumadinho (BP036 - **a montante do desastre**, BPE2), Mário Campos (BP068), São Joaquim de Bicas (BP070), Betim (BP072), Pará de Minas (BP104), Esmeraldas (BP082), Paraopeba (BP083, BP077), Curvelo (BP078) e Pompéu (BP087). O maior valor registrado no mês foi de 1,07 mg/L em São Joaquim de Bicas (BP070).

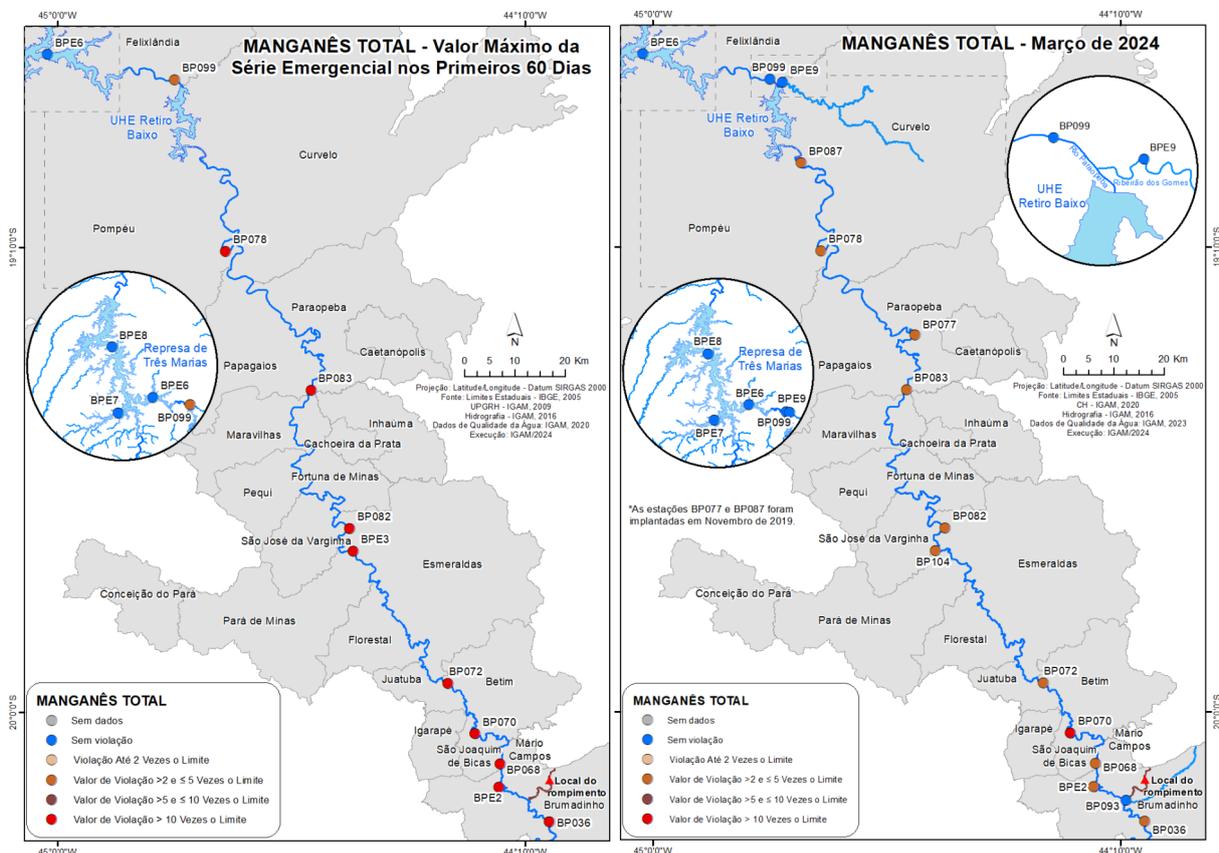
Não foram identificados registros de violações de manganês total acima de 0,1 mg/L no reservatório de Três Marias (BPE6, BPE7, BPE8).

Figura 9 - Resultados de manganês total para março de 2024



Os mapas da Figura 10 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 (março de 2024). As bolinhas azuis nos mapas representam as estações sem violação e as bolinhas coloridas indicam desconformidade (violação) com a legislação.

Figura 10 - 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 março de 2024



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 fevereiro e março de 2024.

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)

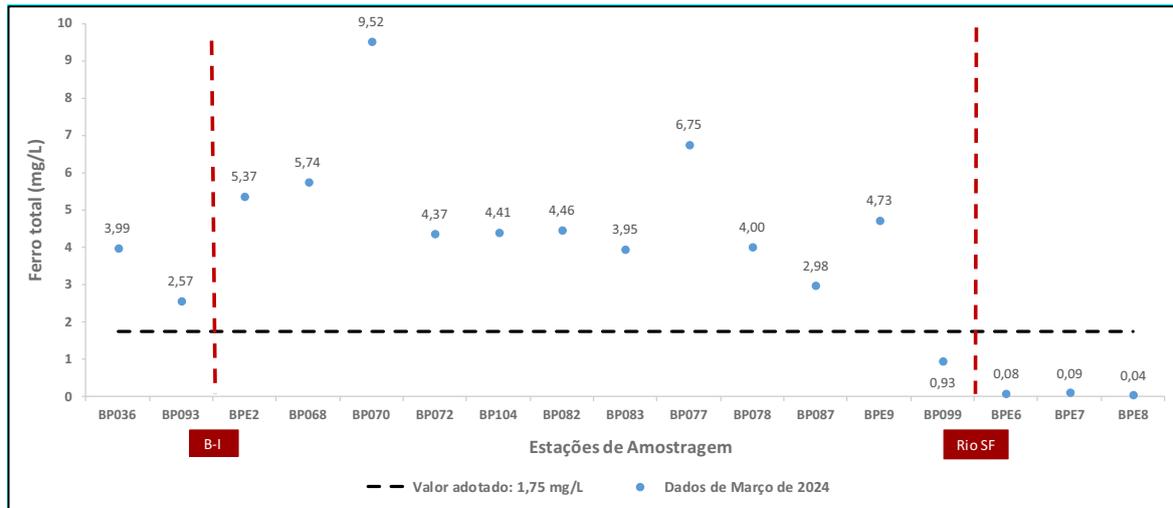
Ferro total (mg/L) 							
Estação			2000-2018 (Série Hist.)	Série emergencial até 60 dias após rompimento em 2019		fevereiro de 2024	março de 2024
Trecho	Pontos	Município	Máximo	Máximo	Mínimo	Resultado	Resultado
montante	BP036	Brumadinho	sem dados	9,22	2,14	8,38	3,99
	BP093		sem dados	sem dados	sem dados	4,59	2,57
1	BPE2	Mário Campos	sem dados	28,52	1,19	11,78	5,37
	BP068		sem dados	39,35	3,70	12,60	5,74
	BP070		São Joaquim de Bicas	sem dados	62,00	2,70	3,26
2	BP072	Betim	sem dados	22,52	1,69	2,45	4,37
	BP104	Pará de Minas	sem dados	9,67	1,19	4,17	4,41
	BP082	Esmeraldas	sem dados	17,78	1,43	8,08	4,46
3	BP083	Paraopeba	sem dados	10,92	1,80	3,45	3,95
	BP077		sem dados	sem dados	sem dados	3,98	6,75
	BP078	Curvelo	sem dados	5,62	1,73	4,90	4,00
	BP087	Pompéu	sem dados	sem dados	sem dados	2,92	2,98
4	BPE9	Felixlândia	sem dados	sem dados	sem dados	2,99	4,73
	BP099		sem dados	4,76	0,44	1,12	0,93
5	BPE6	Abaeté	sem dados	0,15	0,07	0,37	0,08
	BPE7		sem dados	0,14	0,08	0,09	0,09
	BPE8	Três Marias	sem dados	0,08	0,04	0,07	0,04

Limite Classe 2 DN 08/2022: não se aplica

O Quadro 7 e a Figura 11 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 fevereiro e março de 2024. Os registros atuais (março de 2024) ocorreram nos municípios de Brumadinho (BP036 - **a montante do desastre**, BPE2, BP093 - **ribeirão Casa Branca**), Mário Campos (BP068), São Joaquim de Bicas (BP070), Betim (BP072), Pará de Minas (BP104), Esmeraldas (BP082), Paraopeba (BP083, BP077), Curvelo (BP078), Pompéu (BP087) e Felixlândia (BPE9 - **ribeirão dos Gomes**).

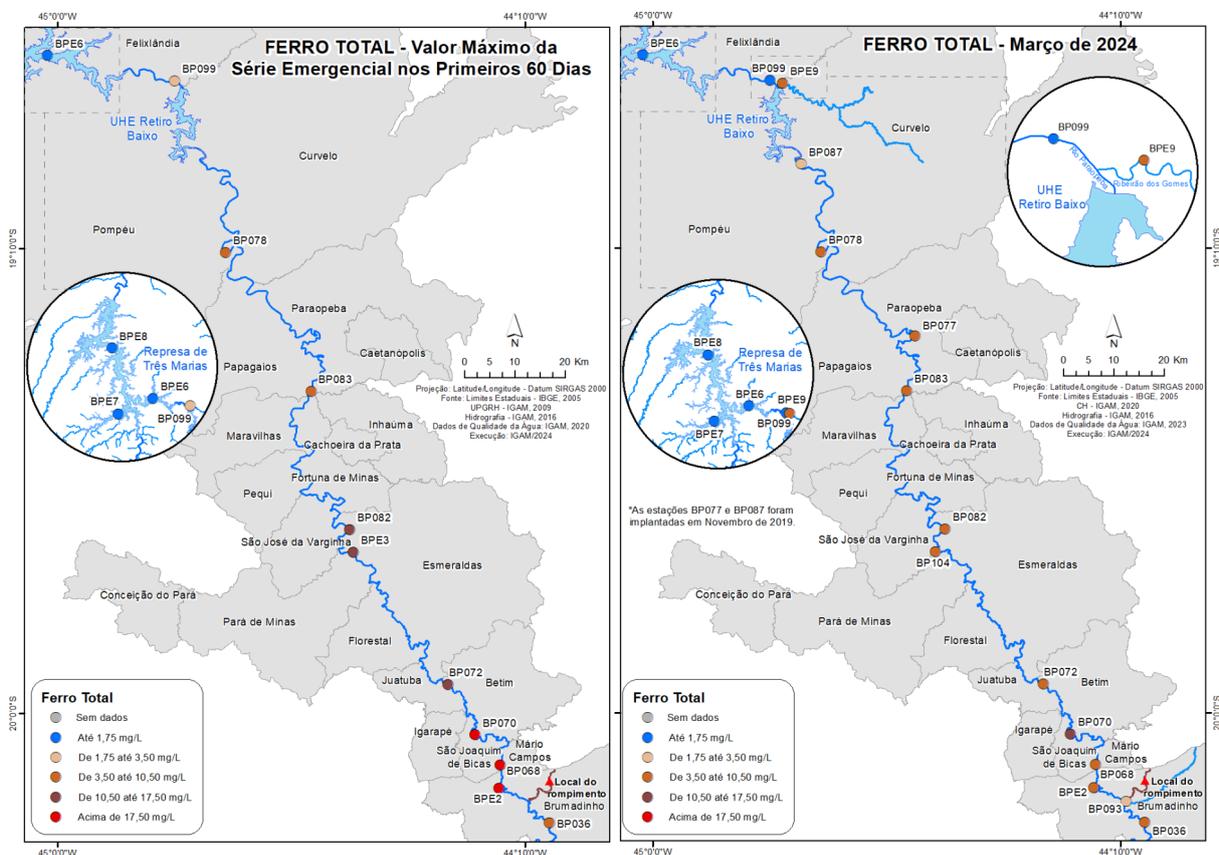
O registro do mês mais elevado foi em São Joaquim de Bicas (Bp070 - 9,52mg/L).

Figura 11 - Resultados de ferro total para março de 2024



Os mapas da Figura 12 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 (março de 2024). As bolinhas azuis nos mapas representam as estações sem registros acima de 1,75 mg/L e as bolinhas coloridas indicam valores acima.

Figura 12 - 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 março de 2024



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 fevereiro e março de 2024.

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

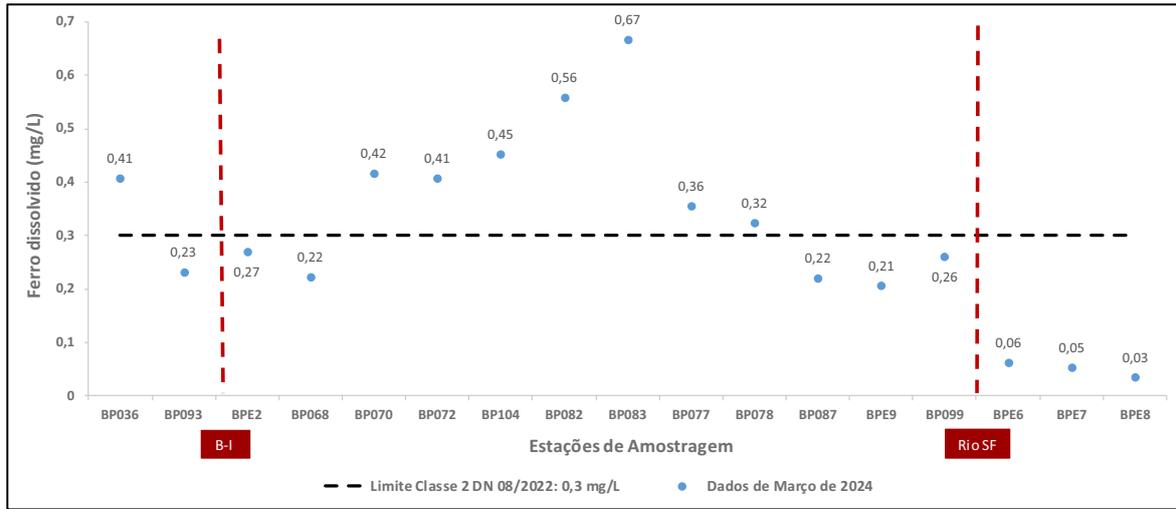
Ferro dissolvido (mg/L)							
Estação			2000-2018 (Série Hist.)	Série emergencial até 60 dias após rompimento em 2019		fevereiro de 2024	março de 2024
Trecho	Pontos	Município	Máximo	Máximo	Mínimo	Resultado	Resultado
montante	BP036	Brumadinho	0,98	1,22	0,20	0,22	0,41
	BP093		sem dados	sem dados	sem dados	0,13	0,23
1	BPE2	Mário Campos	sem dados	1,11	0,03	0,39	0,27
	BP068		0,97	1,24	0,03	0,14	0,22
	BP070		São Joaquim de Bicas	1,57	1,16	0,03	0,53
2	BP072	Betim	0,77	1,27	0,06	0,36	0,41
	BP104	Pará de Minas	sem dados	1,36	0,15	0,71	0,45
	BP082	Esmeraldas	0,99	1,27	0,07	0,38	0,56
3	BP083	Paraopeba	0,56	1,42	0,11	1,01	0,67
	BP077		sem dados	sem dados	sem dados	0,15	0,36
	BP078	Curvelo	1,19	1,82	0,15	0,19	0,32
4	BP087	Pompéu	sem dados	sem dados	sem dados	0,17	0,22
	BPE9	Felixlândia	sem dados	sem dados	sem dados	0,17	0,21
	BP099		0,44	1,14	0,12	0,26	0,26
5	BPE6	Abaeté	sem dados	0,03	0,03	0,16	0,06
	BP077		sem dados	0,03	0,03	0,08	0,05
	BPE8	Três Marias	sem dados	0,07	0,03	0,03	0,03

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

Observa-se resultados de violações (acima de 0,3 mg/L) para ferro dissolvido nos meses de fevereiro e março/2024, conforme as tonalidades de cores do Quadro 8. O monitoramento na estação de Paraopeba (BP083) apresentou violação acima da série histórica do IGAM em ambos os meses, porém inferior ao valor máximo registrado da série emergencial após o rompimento em 2019. O mesmo evento foi observado para o parâmetro de alumínio dissolvido.

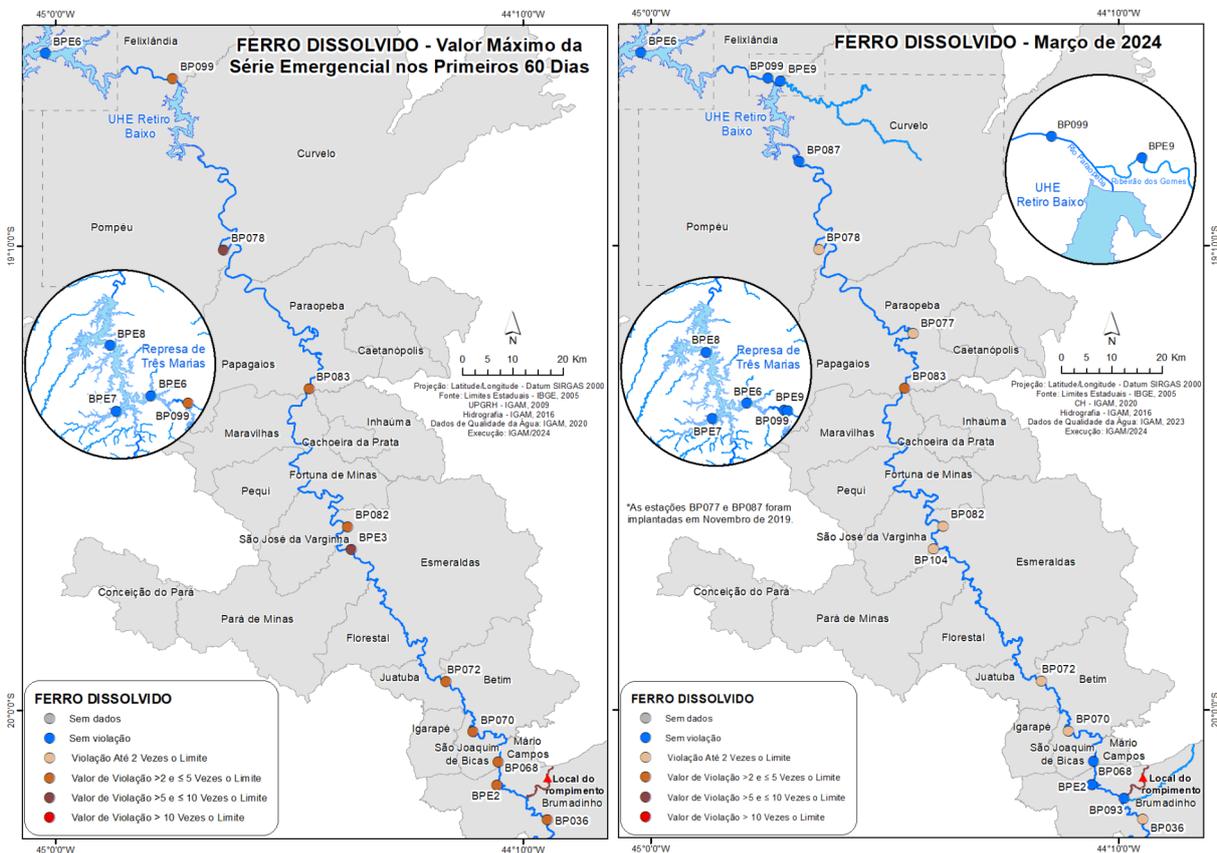
A Figura 13 mostra os resultados de ferro dissolvido para cada estação de monitoramento que apresentaram resultados com violações (acima da linha tracejada preta) para o mês atual (março de 2024). Os municípios que apresentaram violações correspondem a Brumadinho (BP036 - **a montante do desastre**), São Joaquim de Bicas (BP070), Betim (BP072), Pará de Minas (BP104), Esmeraldas (BP082), Paraopeba (BP083, BP077) e Curvelo (BP078). O maior valor registrado no mês foi de 0,67 mg/L em Paraopeba (BP083).

Figura 13 - Resultados de ferro dissolvido para março de 2024



Os mapas da Figura 14 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 (março de 2024). As bolinhas azuis nos mapas representam as estações sem violação e as bolinhas coloridas indicam desconformidade (violação) com a legislação.

Figura 14 - 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 março de 2024



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
Marco Antônio Ribeiro Silva
Mariana Elissa Vieira de Souza
Matheus Duarte Santos
Maurilio César de Faria
Sérgio Pimenta Costa
Sylvia Therese Meyer Ribeiro
Vanessa Kelly Saraiva
Yasmin Andrade Lima

Diretoria

Wanderlene Ferreira Nacif
Marcelo da Fonseca

Criação e Diagramação

Patrícia Goursand Macedo de Freitas