



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, a barragem (B-I) 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.

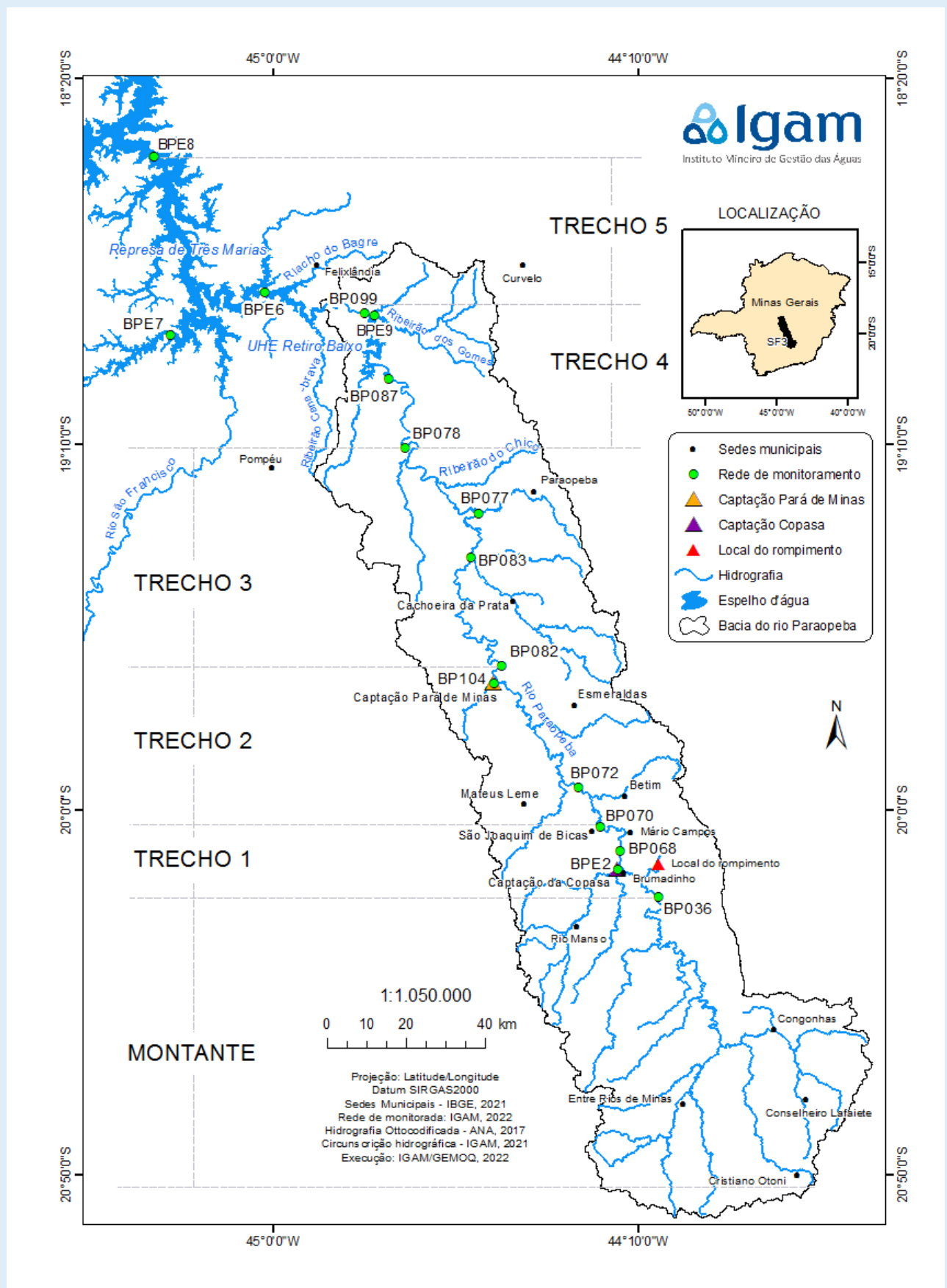
Quadro 1 – Localização e características dos pontos monitorados

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	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
	BP083	Paraopeba	192	Após a foz do ribeirão São João
BP077	203		Captação 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 abril e maio 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 dispõe 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 - maio de 2023

Os resultados contidos neste Boletim Informativo do Cidadão foram avaliados para as amostragens de águas superficiais coletadas nos dias 2 e 3 de maio de 2023. O mês de maio foi marcado por baixa pluviometria e uma estação mais seca, porém com episódios de chuvas fracas no início e fim do mês, conforme registros da ANA/INMET¹.

Os parâmetros violados em maio de 2023 para cada estação de monitoramento e seus respectivos municípios estão apresentados na Tabela 1. Dentre os 16 pontos de amostragem, todas as estações 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. Apesar deste panorama, não há registros de violações para chumbo total e mercúrio total.

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

Tabela 1 - Estações monitoradas que apresentaram parâmetros violados e sem violações para resultados de maio 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	*	*	*	*	*	*	*

*sem amostragem, alteração de coleta para trimestral

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			

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

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

Alumínio dissolvido

O Quadro 2 apresenta 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 abril e maio de 2023.

Observa-se que o número de violações para alumínio dissolvido no mês de maio é superior ao mês de abril, conforme as tonalidades de cores do Quadro 2. Os resultados de alumínio dissolvido, no mês de maio de 2023, apresentaram valores superiores ao limite legal de 0,1 mg/L preconizado na legislação, do trecho 1 (BPE2 - Brumadinho) até o trecho 4 (BP099 - Felixlândia).

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		abril de 2023	maio de 2023	
Trecho	Pontos	Município	Máximo	Máximo	Mínimo	Resultado	Resultado	
1	montante	Brumadinho	0,35	1,17	0,17	0,08	0,10	
	BPE2		sem dados	0,71	0,02	0,09	0,13	
	BPO68	Mário Campos	0,54	0,63	0,02	0,11	0,14	
	BPO70	São Joaquim de Bicas	0,60	0,76	0,02	0,05	0,11	
2	BPO72	Betim	0,68	0,86	0,05	0,09	0,14	
	BP104	Pará de Minas	sem dados	0,80	0,10	0,11	0,13	
	BPO82	Esmeraldas	0,36	1,09	0,06	0,10	0,15	
3	BPO83	Paraopeba	0,18	1,45	0,10	0,07	0,15	
	BPO77		sem dados	sem dados	sem dados	0,07	0,23	
	BPO78	Curvelo	0,39	1,57	0,16	0,08	0,11	
	BPO87	Pompéu	sem dados	sem dados	sem dados	0,07	0,09	
4	BPE9	Felixlândia	sem dados	sem dados	sem dados	0,07	0,07	
	BP099		0,26	1,16	0,12	0,08	0,13	
5	BPE6		sem dados	0,05	0,02	sem dados	sem dados	
	BPE7	Abaeté	sem dados	0,03	0,02	sem dados	sem dados	
	BPE8	Três Marias	sem dados	0,13	0,02	sem dados	sem dados	

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

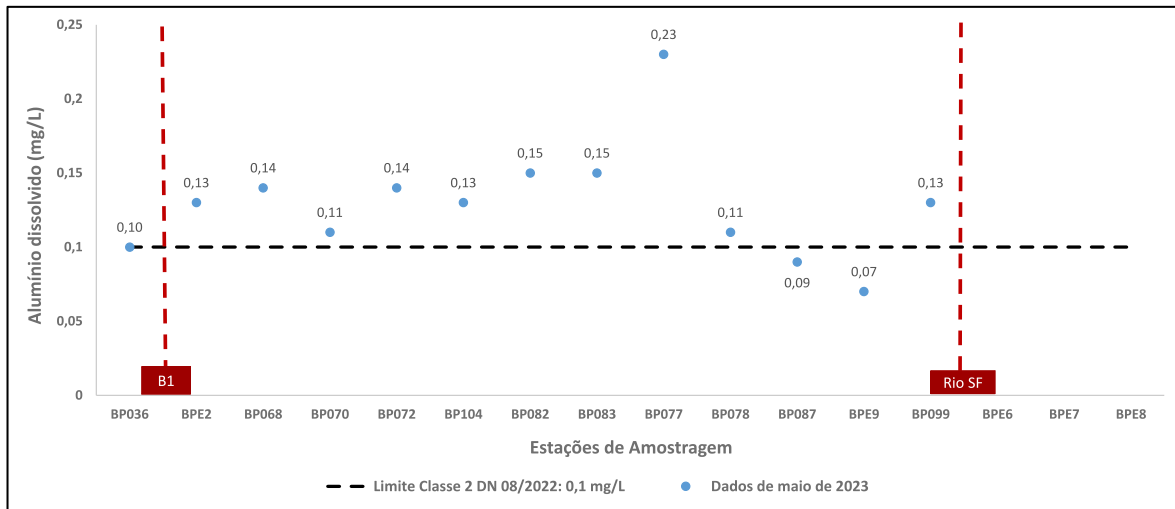
*BPE6, BPE7 e BPE8: sem amostragem, a coleta será trimestral

Na Figura 2 é possível visualizar os resultados de alumínio dissolvido do mês de maio de 2023 para cada estação de monitoramento. Observa-se que os municípios que apresentaram resultados com violações (acima da linha tracejada preta) correspondem aos municípios de Brumadinho (BPE2), Mário Campos (BP068), São Joaquim de Bicas (BP070), Betim (BP072), Pará de Minas (BP104), Esmeraldas (BP082), Paraopeba (BP083; BP077), Curvelo (BP078) e Felixlândia (BP099 - após a usina Hidrelétrica de Retiro Baixo - UHE).

O maior valor registrado foi no município Paraopeba - BP077 (0,23 mg/L), na coleta realizada em 3 de maio.

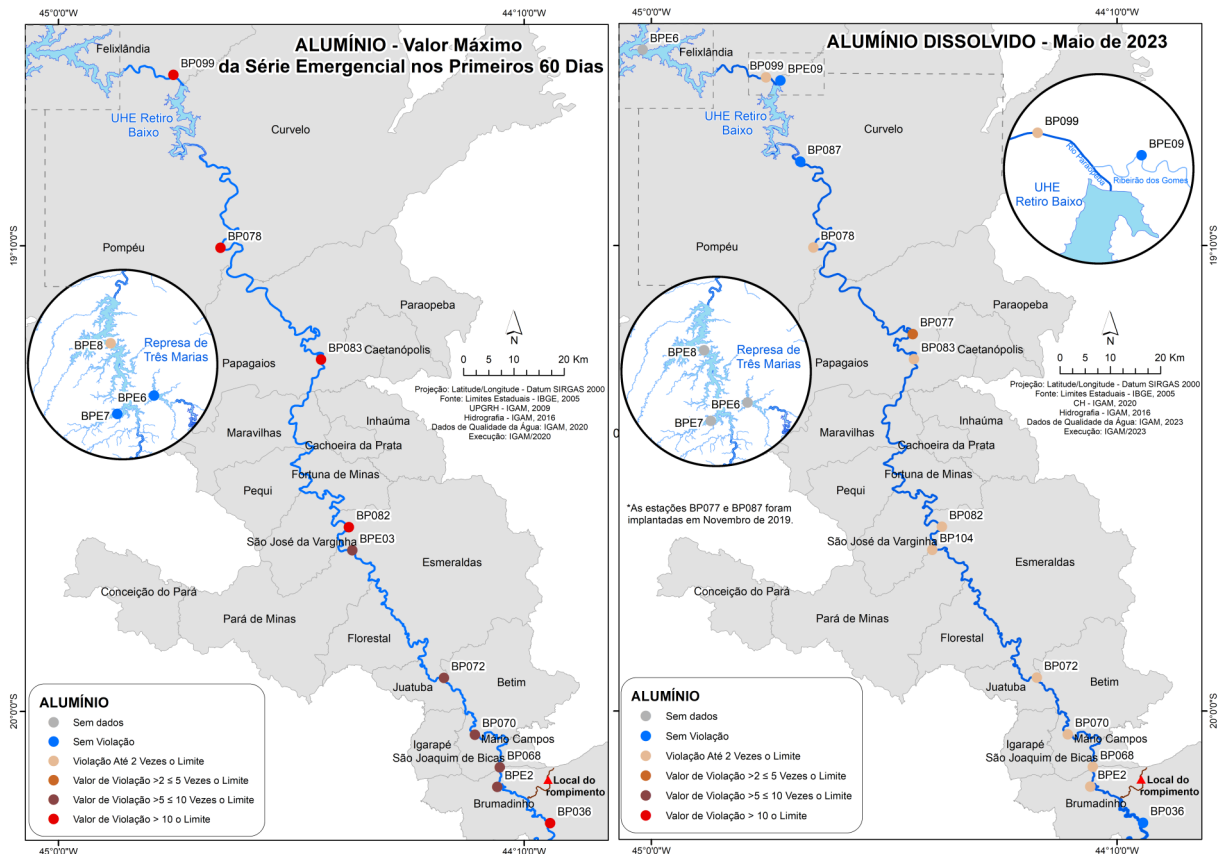
A presença desse metal no corpo d'água está relacionada ao carreamento do solo nos períodos chuvosos. Mesmo com a baixa pluviometria apresentada no início do mês de maio, pode ter influenciado no aumento desses metais no corpo hídrico, e com isso registrou-se um número maior de violações. É importante 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 maio 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 (maio de 2023). As bolinhas azuis nos mapas representam as estações sem violação e as demais 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 (2019) e os resultados do mês de maio 2023.



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 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 no período chuvoso 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 (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 abril e maio de 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		abril de 2023	maio de 2023	
Trecho	Pontos	Município	Máximo	Máximo	Mínimo	Resultado	Resultado	
1	montante	Brumadinho	0,028	0,015	0,005	0,004	0,003	
	BPE2		sem dados	0,069	0,005	0,002	0,004	
	BPO68	Mário Campos	0,035	0,147	0,005	0,002	0,004	
	BPO70	São Joaquim de Bicas	0,040	0,090	0,005	0,002	0,005	
2	BPO72	Betim	0,044	0,038	0,005	0,001	0,003	
	BP104	Pará de Minas	sem dados	0,017	0,005	0,001	0,002	
	BPO82	Esmeraldas	0,023	0,036	0,005	0,002	0,003	
3	BPO83	Paraopeba	0,020	0,017	0,005	0,002	0,004	
	BPO77		sem dados	sem dados	sem dados	0,004	0,004	
	BPO78	Curvelo	0,027	0,012	0,005	0,002	0,003	
	BPO87	Pompéu	sem dados	sem dados	sem dados	0,001	0,003	
4	BPE9	Felixlândia	sem dados	sem dados	sem dados	0,001	0,001	
	BPO99		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	sem dados
Limite Classe 2 DN 08/2022: 0,01 mg/L								

*BPE6, BPE7 e BPE8: sem amostragem, a coleta será trimestral

Observa-se que não há registros de violações para chumbo total no mês de abril e maio de 2023, conforme Quadro 2, Figura 4 (todos os valores abaixo da linha tracejada) e mapas (Figura 5). As bolinhas azuis nos mapas representam as estações sem violação e as demais bolinhas coloridas indicam desconformidade (violação) com a legislação.

Figura 4 - Resultados de chumbo total para maio de 2023

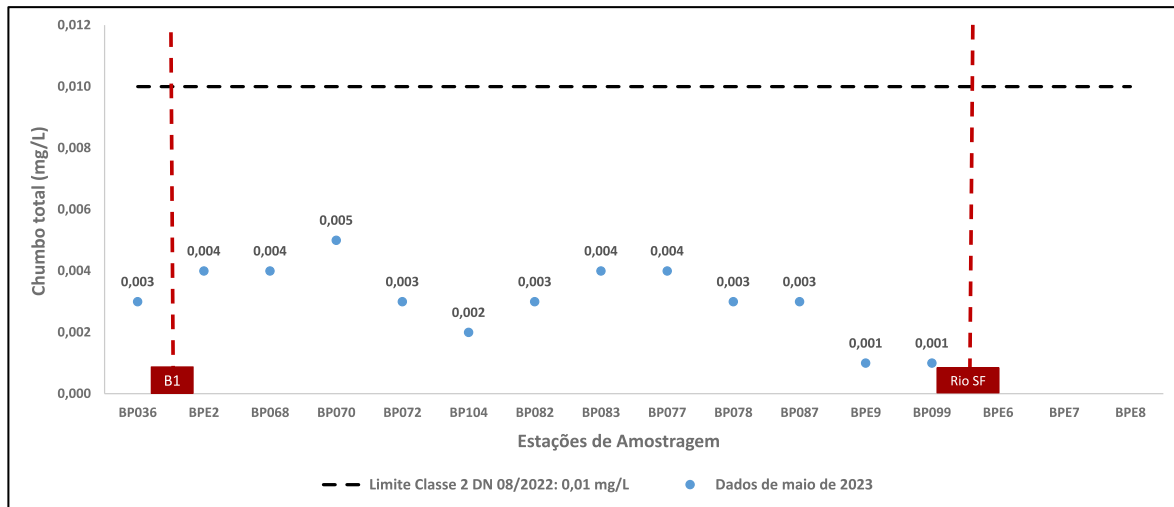
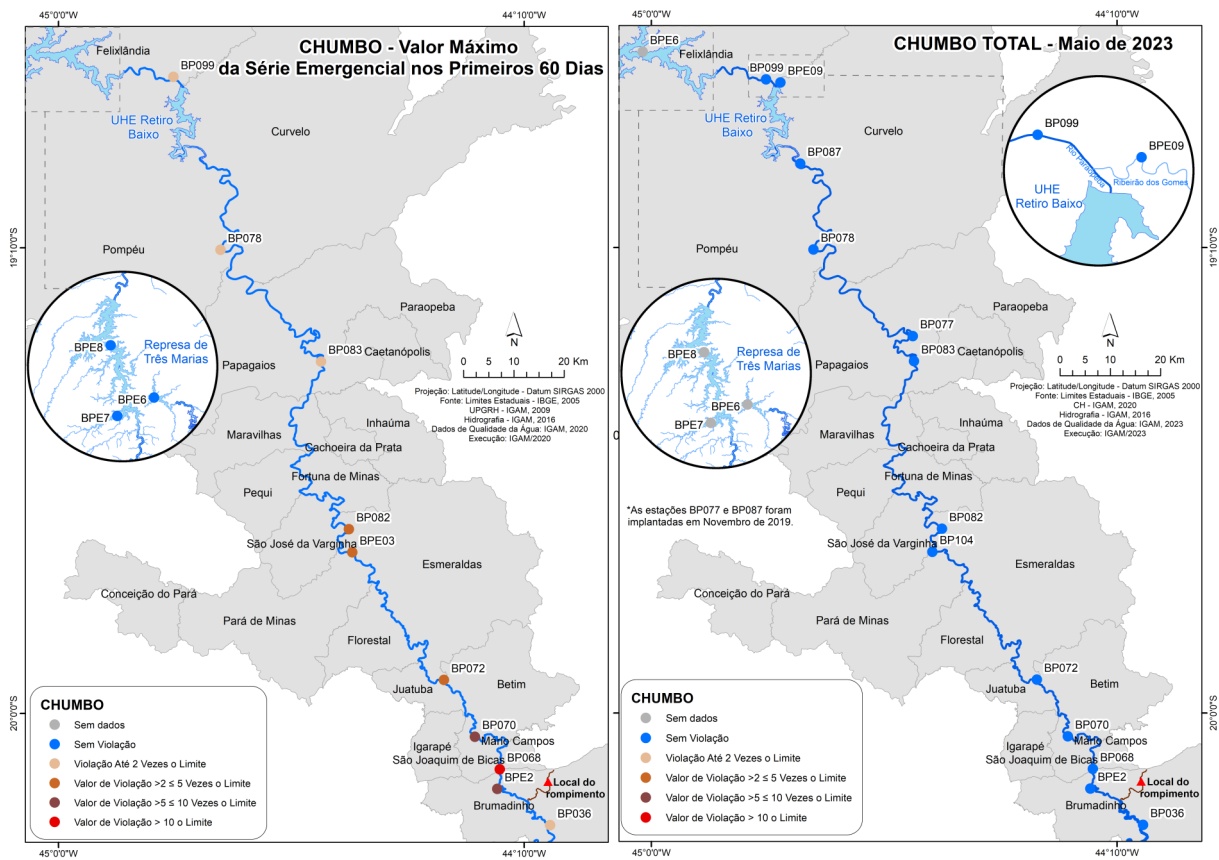


Figura 5 - Resultados dos valores máximos de chumbo total para cada estação de monitoramento nos primeiros 60 dias após o rompimento da B-I (2019) e os resultados do mês de maio 2023



O Quadro 4 apresenta 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 abril de maio 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		abril de 2023	maio 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	
	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		sem dados	0,20	0,20	sem dados	sem dados	
	BPE7	Abaeté	sem dados	0,20	0,20	sem dados	sem dados	
	BPE8	Três Marias	sem dados	0,20	0,20	sem dados	sem dados	

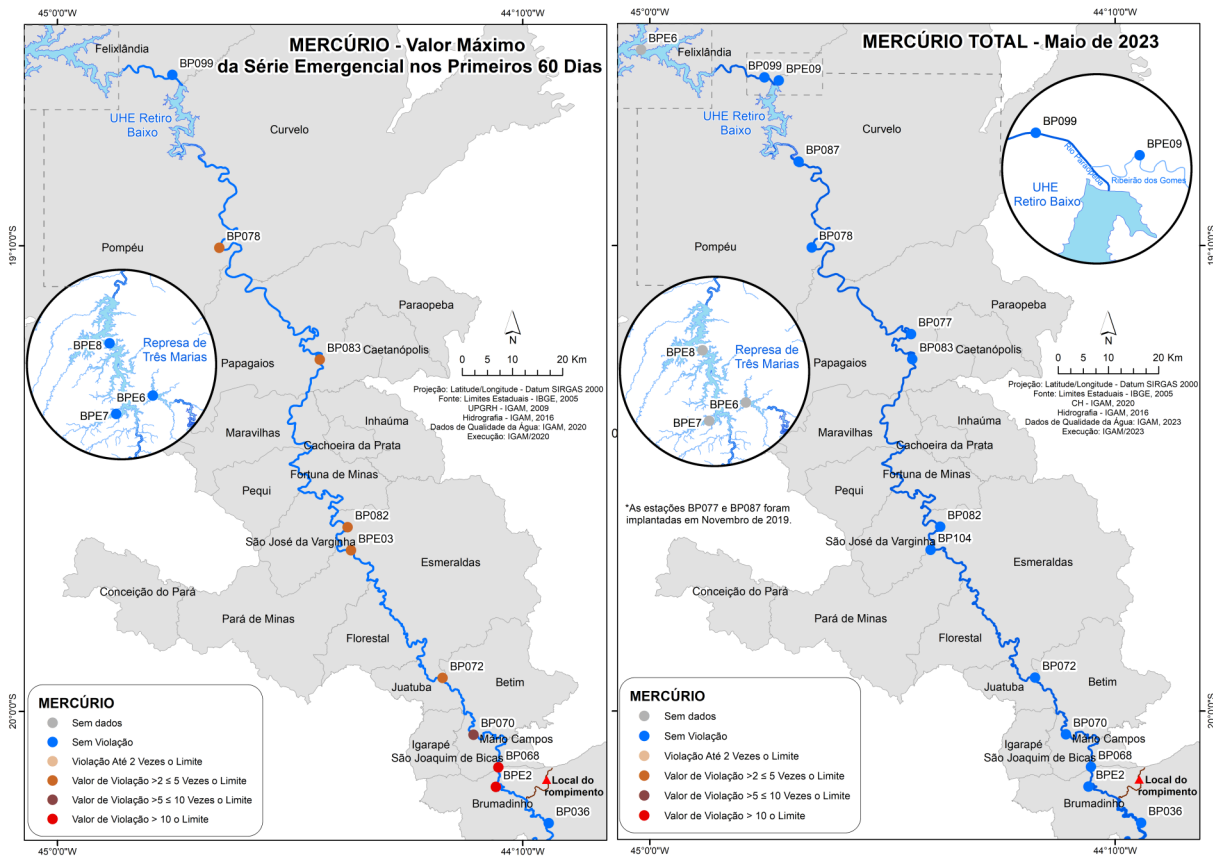
Limite Classe 2 DN 08/2022: 0,2 $\mu\text{g/L}$

*BPE6, BPE7 e BPE8: sem amostragem, a coleta será trimestral

Observa-se que não há registros de violações para mercúrio total no mês de abril e maio de 2023, conforme Quadro 4 e mapas (Figura 6). As bolinhas azuis nos mapas representam as estações sem violação e as demais 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 (2019) e os resultados do mês de maio de 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 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 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 (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 abril e maio 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		abril de 2023	maio de 2023	
Trecho	Pontos	Município	Máximo	Máximo	Mínimo	Resultado	Resultado	
montante	BP036	Brumadinho	609	439	34	72	142	
	BPE2		sem dados	30240	407	82	230	
1	BP068	Mário Campos	596	34500	40	71	258	
	BP070	São Joaquim de Bicas	1856	18588	44	76	283	
2	BP072	Betim	1268	17148	23	49	215	
	BP104	Pará de Minas	sem dados	8468	97	69	143	
	BP082	Esmeraldas	1010	4854	13	57	147	
3	BP083	Paraopeba	775	1545	12	62	158	
	BP077		sem dados	sem dados	sem dados	83	185	
	BP078	Curvelo	766	818	11	61	130	
	BP087	Pompéu	sem dados	sem dados	sem dados	62	126	
4	BPE9	Felixlândia	sem dados	sem dados	sem dados	39	22	
	BP099		546	1140	6	14	10	
5	BPE6	Abaeté	sem dados	12	3	sem dados	sem dados	
	BPE7		sem dados	4	4	sem dados	sem dados	
	BPE8		sem dados	7	3	sem dados	sem dados	

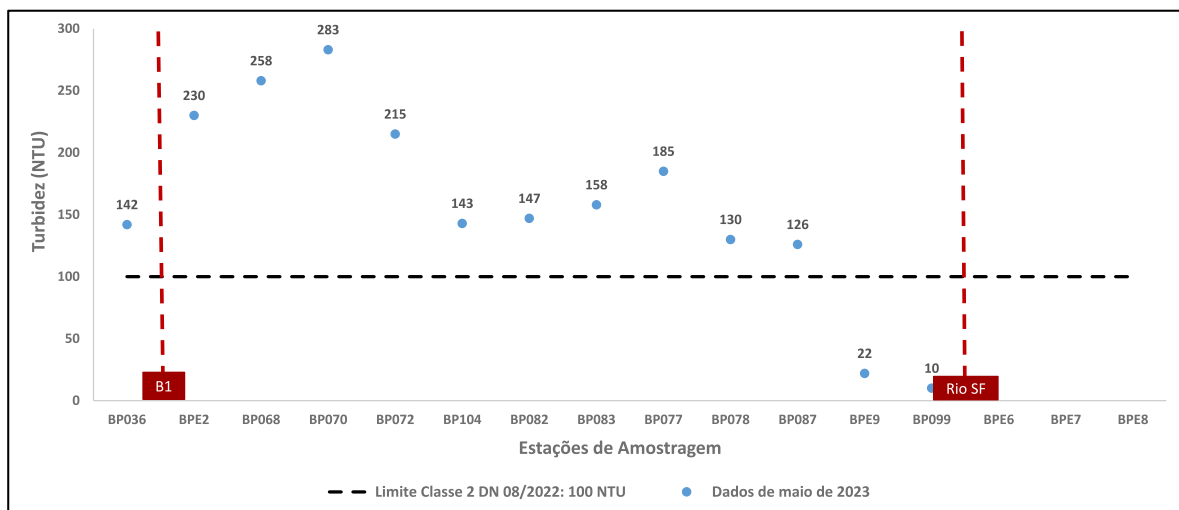
Limite Classe 2 DN 08/2022: 100 NTU

*BPE6, BPE7 e BPE8: sem amostragem, a coleta será trimestral

Observa-se violações para turbidez no mês de maio enquanto no mês de abril não houve registros, conforme as tonalidades de cores do Quadro 2. Os resultados de turbidez, no mês de maio de 2023, apresentaram valores superiores ao limite legal de 100 NTU preconizado na legislação, do trecho a montante de Brumadinho (Bp036 - anterior ao desastre) até o trecho 3 (BP087 - Pompéu).

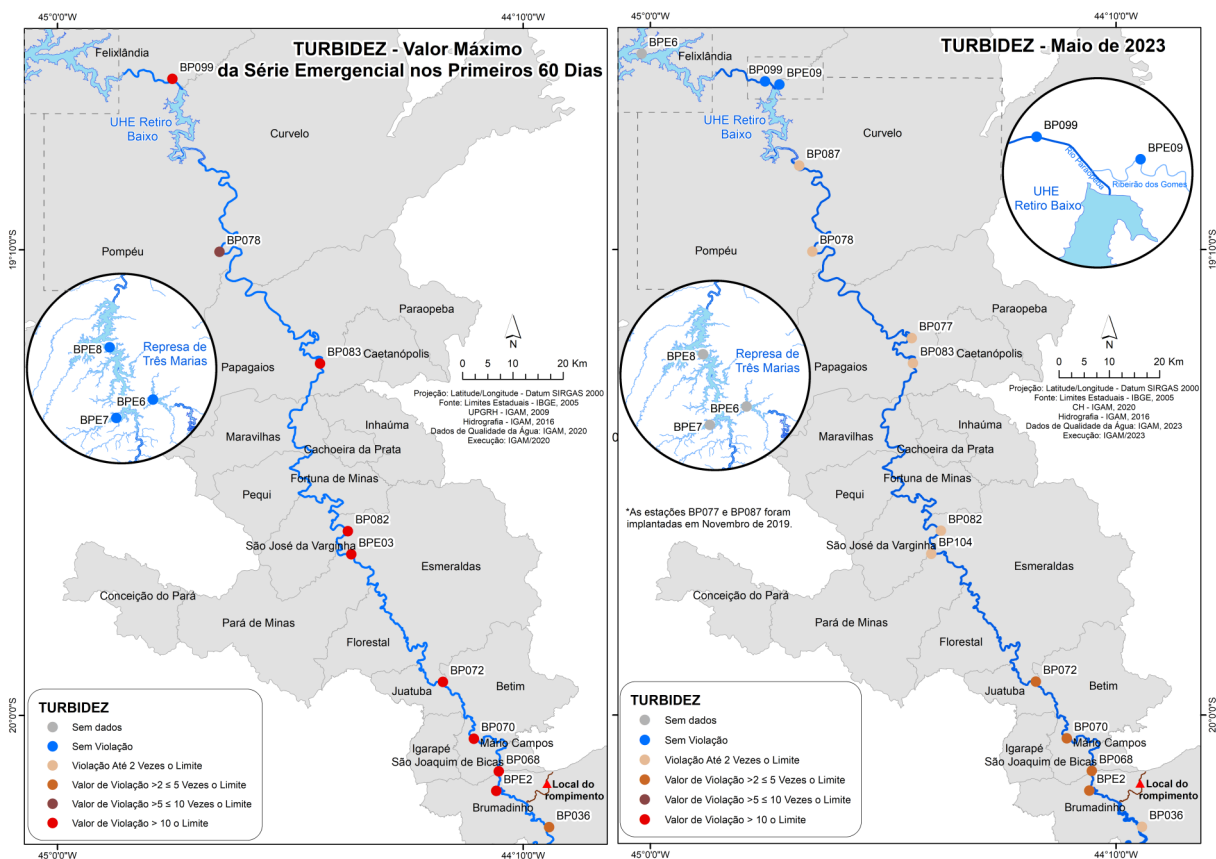
A Figura 7 mostra os resultados de turbidez para cada ponto de monitoramento. Observa-se que os municípios que apresentaram violações (acima da linha tracejada preta) correspondem a maioria dos municípios, a exceção de Felixlândia (BPE9 - ribeirão dos Gomes; Bp099 - depois da UHE Retiro Baixo). O maior valor registrado foi em São Joaquim de Bicas - BP070 (283 NTU), para o período de amostragem realizado no dia 2 de maio de 2023. É provável que o aumento do número de violações de turbidez deve-se a incidência das chuvas que ocorreu no início do mês na região monitorada. A presença de chuva aumenta o revolvimento do rejeito presente na calha do rio e o aporte de sedimentos proveniente da bacia de drenagem. Esses registros também podem estar relacionados a ações antrópicas que ocorrem na bacia do Paraopeba.

Figura 7 - Resultados de turbidez para maio de 2023



Os mapas (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 (maio de 2023). As bolinhas azuis representam uma estação sem violação e as demais bolinhas coloridas indicam desconformidade (com 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 (2019) e os resultados do mês de maio 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 (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 abril e maio 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		abril de 2023	maio de 2023	
Trecho	Pontos	Município	Máximo	Máximo	Mínimo	Resultado	Resultado	
1	BP036	Brumadinho	1,39	1,17	0,02	0,50	0,44	
	BPE2		sem dados	19,06	0,04	0,31	0,69	
	BP068	Mário Campos	1,69	46,27	0,14	0,22	0,72	
	BP070	São Joaquim de Bicas	1,54	24,77	0,23	0,28	1,04	
2	BP072	Betim	1,73	10,31	0,15	0,16	0,40	
	BP104	Pará de Minas	sem dados	4,90	0,25	0,17	0,26	
	BP082	Esmeraldas	1,14	7,45	0,06	0,19	0,35	
3	BP083	Paraopeba	0,88	3,91	0,02	0,18	0,44	
	BP077		sem dados	sem dados	sem dados	0,34	0,37	
	BP078	Curvelo	1,30	1,75	0,02	0,16	0,36	
	BP087	Pompéu	sem dados	sem dados	sem dados	0,11	0,25	
4	BPE9	Felixlândia	sem dados	sem dados	sem dados	0,03	0,03	
	BP099		0,72	0,42	0,02	0,01	0,01	
5	BPE6		sem dados	0,02	0,01	sem dados	sem dados	
	BPE7	Abaeté	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

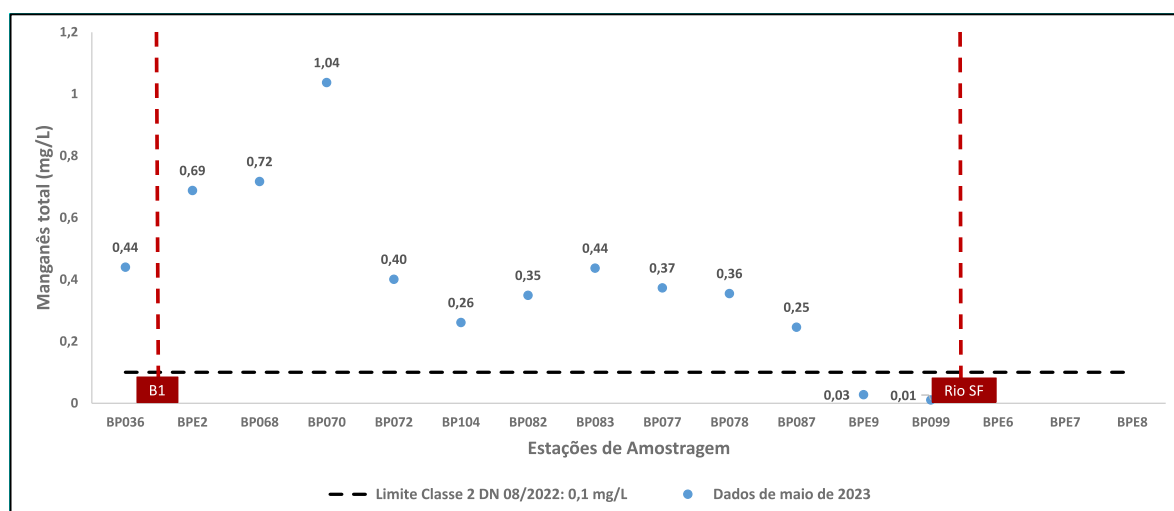
*BPE6, BPE7 e BPE8: sem amostragem, a coleta será trimestral

Observa-se que o número de violações de manganês total no mês de maio é igual ao mês de abril, conforme as tonalidades de cores do Quadro 6. Os resultados de manganês total, no mês de maio 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 3 (BP087 - Pompéu).

A Figura 9 mostra os resultados de manganês total para cada estação de monitoramento. Observa-se que os municípios que apresentaram violações (acima da linha tracejada preta) correspondem a maioria dos 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) e Pompéu (BP087). O maior valor registrado foi em São Joaquim de Bicas - BP070 (1,04 mg/L), para o período de amostragem realizado no dia 2 de maio de 2023. Esse cenário foi o mesmo observado para o parâmetro de turbidez. Apesar dessas violações, as mesmas não ultrapassam a série histórica do IGAM e nem o valor máximo registrado da série emergencial após o rompimento.

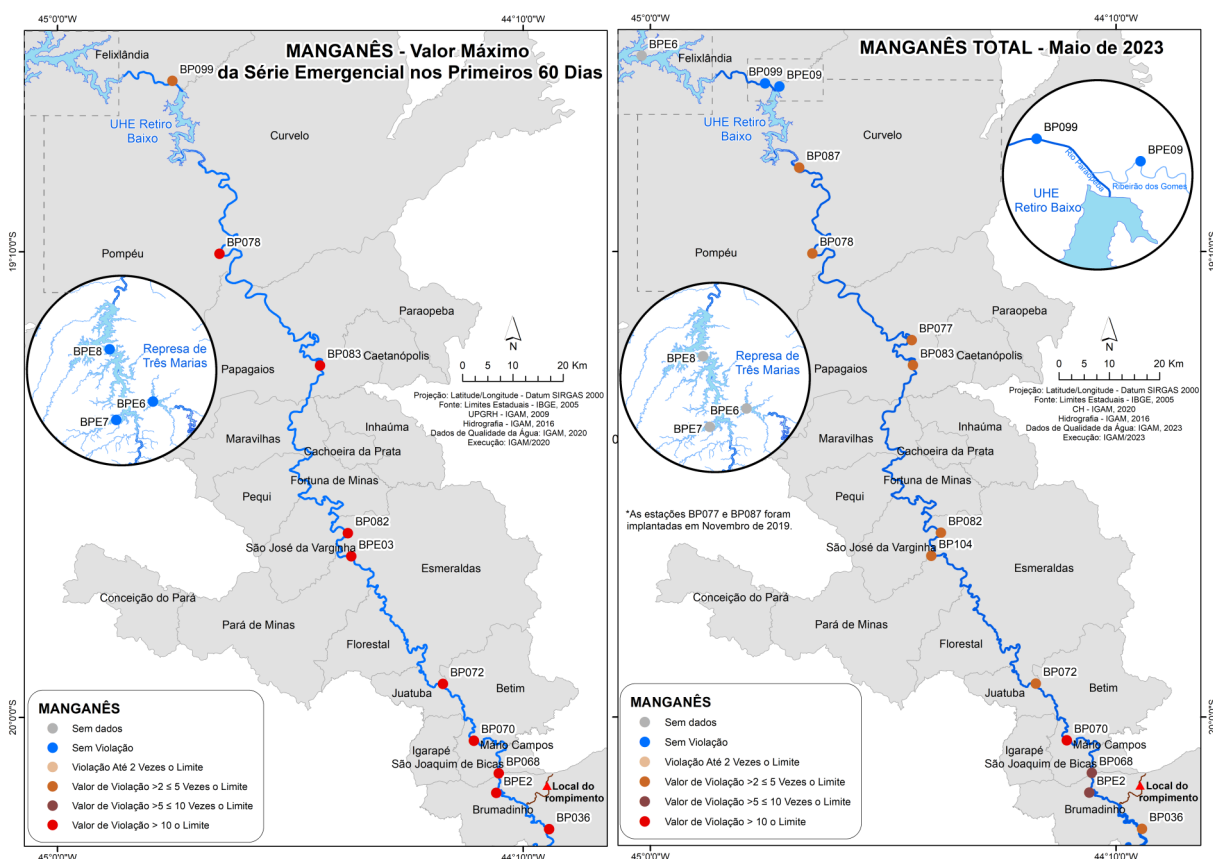
As duas estações monitoradas em Felixlândia (BPE9 - ribeirão dos Gomes; BP099 - depois da UHE Retiro Baixo) não registraram violações para manganês total.

Figura 9 - Resultados de manganês total para maio de 2023



Os mapas (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 (maio de 2023). As bolinhas azuis nos mapas representam as estações sem violação e as demais 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 (2019) e os resultados do mês de maio 2023



O Quadro 7 apresenta 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 abril e maio de 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		abril de 2023	maio de 2023	
Trecho	Pontos	Município	Máximo	Máximo	Mínimo	Resultado	Resultado	
montante	BP036	Brumadinho	sem dados	9,22	2,14	4,45	4,73	
	BPE2		sem dados	28,52	1,19	2,89	5,60	
1	BP068	Mário Campos	sem dados	39,35	3,70	2,59	5,69	
	BP070	São Joaquim de Bicas	sem dados	62,00	2,70	2,93	6,35	
2	BP072	Betim	sem dados	22,52	1,69	1,97	3,24	
	BP104	Pará de Minas	sem dados	9,67	1,19	1,87	3,34	
	BP082	Esmeraldas	sem dados	17,78	1,43	2,22	4,12	
3	BP083	Paraopeba	sem dados	10,92	1,80	2,10	5,24	
	BP077		sem dados	sem dados	sem dados	4,11	4,56	
	BP078	Curvelo	sem dados	5,62	1,73	2,12	4,28	
	BP087	Pompéu	sem dados	sem dados	sem dados	1,46	3,26	
4	BPE9	Felixlândia	sem dados	sem dados	sem dados	1,64	1,38	
	BP099		sem dados	4,76	0,44	0,53	0,40	
5	BPE6		sem dados	0,15	0,07	sem dados	sem dados	
	BPE7	Abaeté	sem dados	0,14	0,08	sem dados	sem dados	
	BPE8	Três Marias	sem dados	0,08	0,04	sem dados	sem dados	
Limite Classe 2 DN 08/2022: não se aplica								

*BPE6, BPE7 e BPE8: sem amostragem, a coleta será trimestral

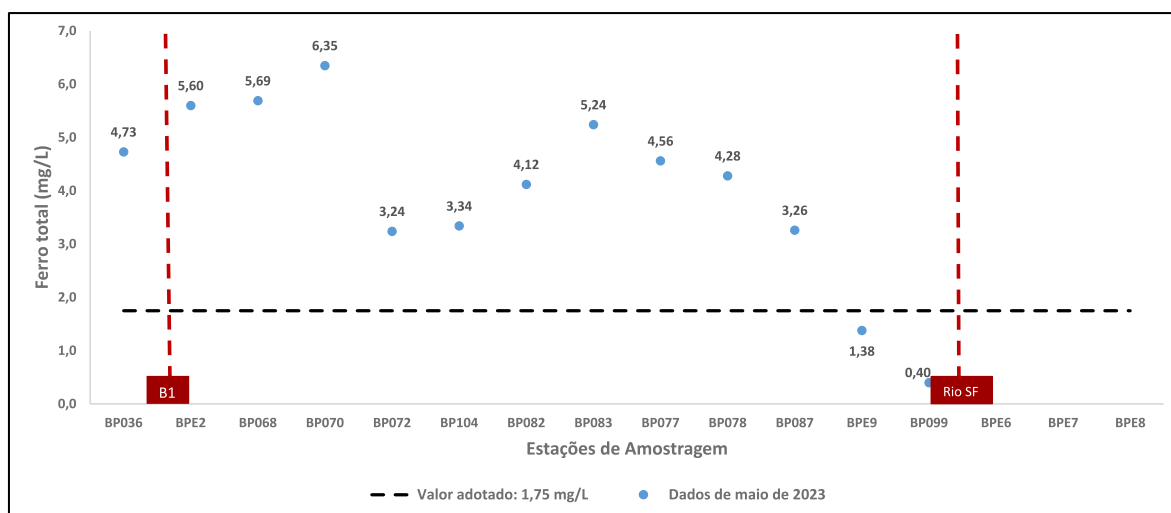
Observa-se que os valores de ferro total no mês de maio foram superiores ao mês de abril, conforme as tonalidades de cores do Quadro 7.

É importante lembrar 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 das barragens estão associados à sua fração total e não estão dissolvidos 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.

A Figura 11 mostra os resultados de ferro total para cada estação de monitoramento. Observa-se que os registros acima de 1,75 mg/L (valor adotado conforme citado acima) foram observados 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) e Pompéu (BP087). O valor de ferro total mais elevado foi identificado no município de São Joaquim de Bicas (BP070 – 6,35mg/L) para o período de amostragem realizado no dia 2 de maio de 2023.

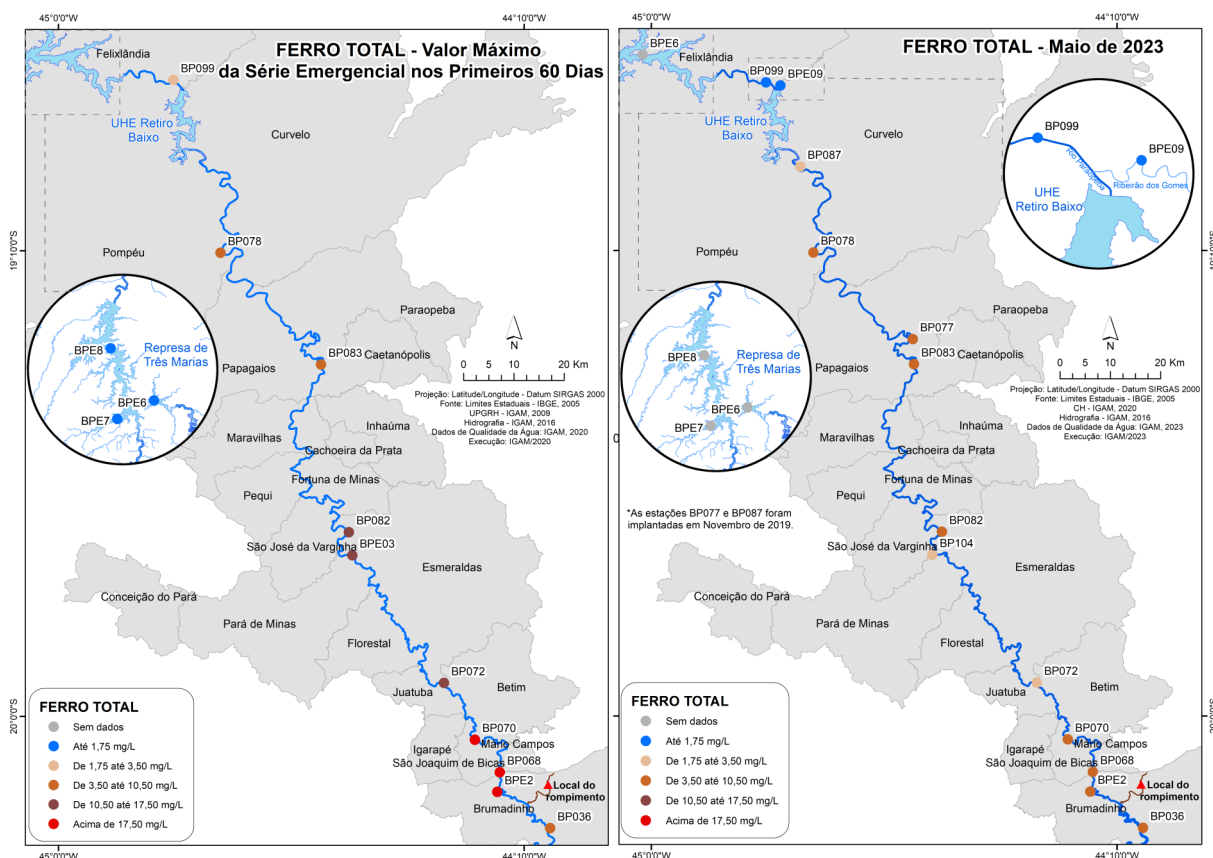
As estações monitoradas em Pompéu (BP087) e Felixlândia (BPE9 – ribeirão dos Gomes; BP099 – depois UHE Retiro Baixo) não registraram violações para ferro total.

Figura 11 - Resultados de ferro total para maio de 2023



Os mapas (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 (maio de 2023). As bolinhas azuis nos mapas representam as estações sem violação e as demais bolinhas coloridas indicam desconformidade (violação) com a legislação.

Figura 12 - Resultados dos valores máximos de ferro total para cada estação de monitoramento nos primeiros 60 dias após o rompimento da B-I (2019) e os resultados do mês de maio 2023



Ferro dissolvido

O Quadro 8 apresenta 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 abril e maio de 2023.

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

Ferro dissolvido (mg/L)								Igam, 2023	
Estação			2000-2018 (Série Hist.)	Série emergencial até 60 dias após rompimento em 2019		abril de 2023	maio de 2023		
Trecho	Pontos	Município	Máximo	Máximo	Mínimo	Resultado	Resultado		
1	BP036	Brumadinho	0,98	1,22	0,20	0,31	0,17		
	BPE2		sem dados	1,11	0,03	0,28	0,19		
	BP068	Mário Campos	0,97	1,24	0,03	0,33	0,17		
	BP070	São Joaquim de Bicas	1,57	1,16	0,03	0,36	0,23		
2	BP072	Betim	0,77	1,27	0,06	0,33	0,21		
	BP104	Pará de Minas	sem dados	1,36	0,15	0,32	0,24		
	BP082	Esmeraldas	0,99	1,27	0,07	0,33	0,39		
3	BP083	Paraopeba	0,56	1,42	0,11	0,29	0,34		
	BP077		sem dados	sem dados	sem dados	0,21	0,27		
	BP078	Curvelo	1,19	1,82	0,15	0,28	0,19		
	BP087	Pompéu	sem dados	sem dados	sem dados	0,20	0,18		
4	BPE9	Felixlândia	sem dados	sem dados	sem dados	0,37	0,38		
	BP099		0,44	1,14	0,12	0,17	0,20		
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

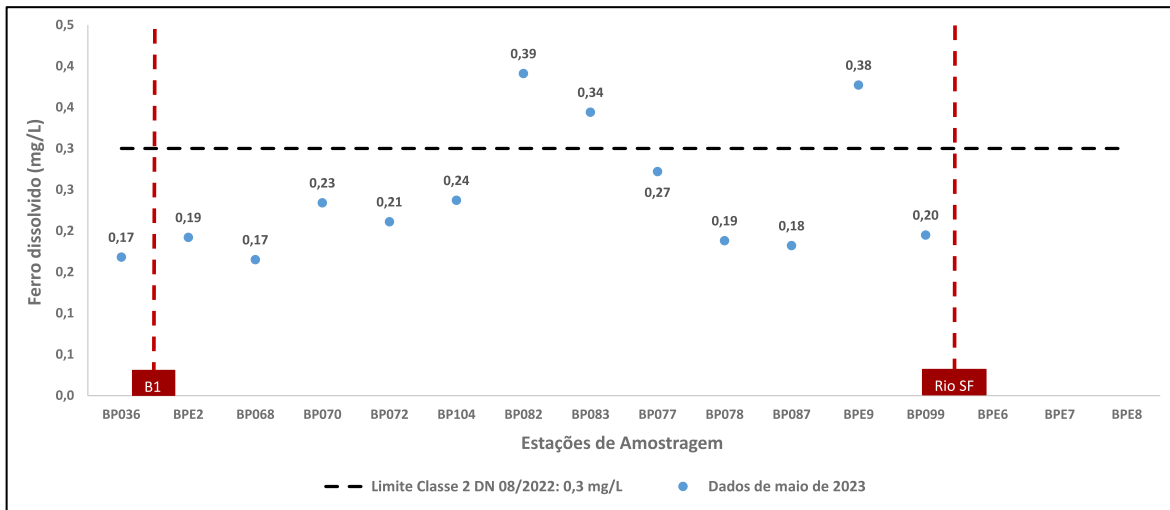
*BPE6, BPE7 e BPE8: sem amostragem, a coleta será trimestral

Observa-se que o número de violações para ferro dissolvido no mês de maio é inferior ao mês de abril, conforme as tonalidades de cores do Quadro 8. No mês de maio de 2023, os resultados de ferro dissolvido acima do limite legal (0,3 mg/L) foram registrados no trecho 2 (BP082 - Esmeraldas) até o trecho 4 (BPE9 – ribeirão dos Gomes).

A Figura 13 mostra os resultados de ferro dissolvido para cada estação de monitoramento. Observa-se que os municípios que apresentaram resultados com violações (acima da linha tracejada preta) correspondem aos municípios de município de Esmeraldas (BP082), Paraopeba (BP083) e Felixlândia (BPE9 – ribeirão dos Gomes). O maior valor registrado acima do limite legal foi em Esmeraldas – BP082 (0,39 mg/L) na coleta realizada em 3 de maio de 2023.

Destaca-se que as violações apresentadas não ultrapassam a série histórica do IGAM e nem o valor máximo registrado na série emergencial após o rompimento.

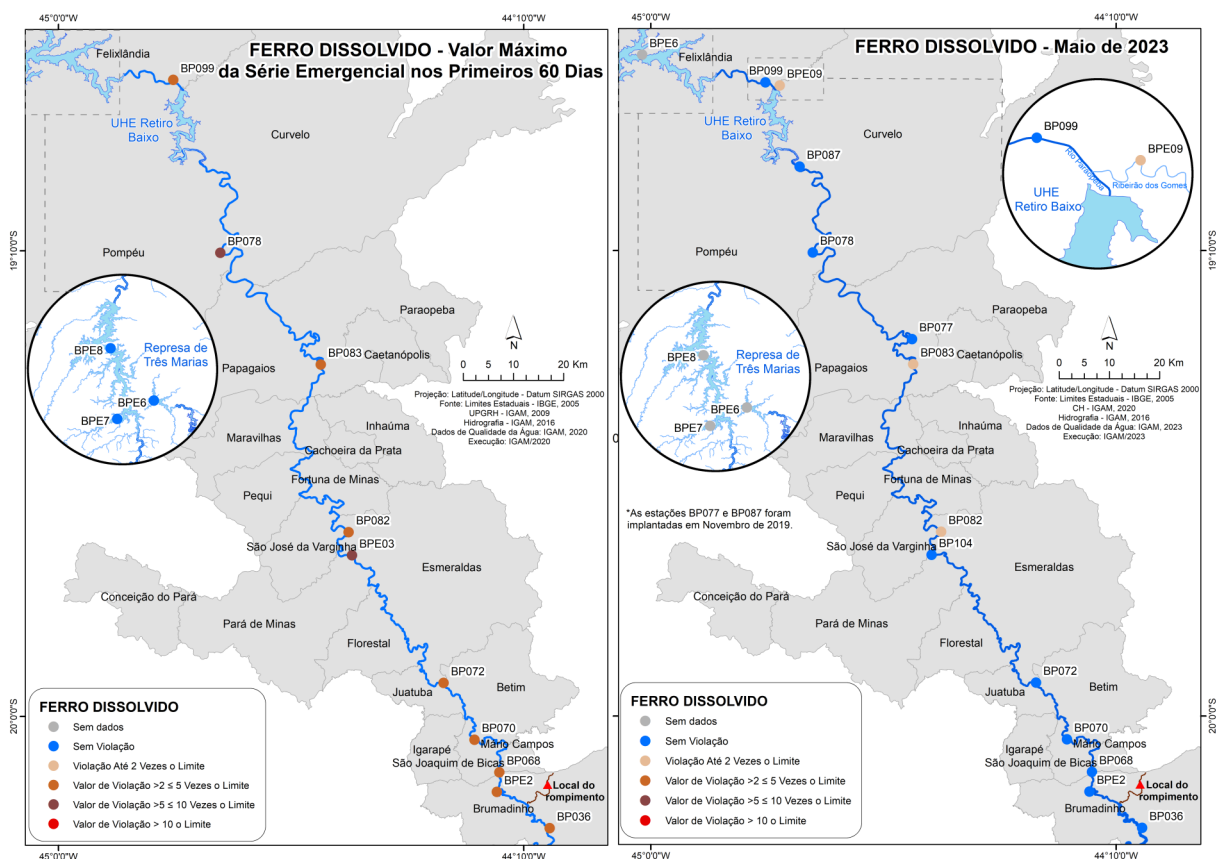
Figura 13 - Resultados de ferro dissolvido para maio de 2023



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 da barragem B-I da Vale.

Os mapas (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 (maio de 2023). As bolinhas azuis nos mapas representam as estações sem violação e as demais 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 (2019) e os resultados do mês de maio 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
Matheus Duarte Santos
Marco Antônio Ribeiro Silva
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.