



### 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.

Um dia após o rompimento das barragens (B-I, B-IV e B-IV-A), pertencentes ao Complexo da Mina Córrego do Feijão da mineradora Vale S.A., 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.

O Quadro 1 apresenta a localização desses pontos, bem como as características de cada um deles.

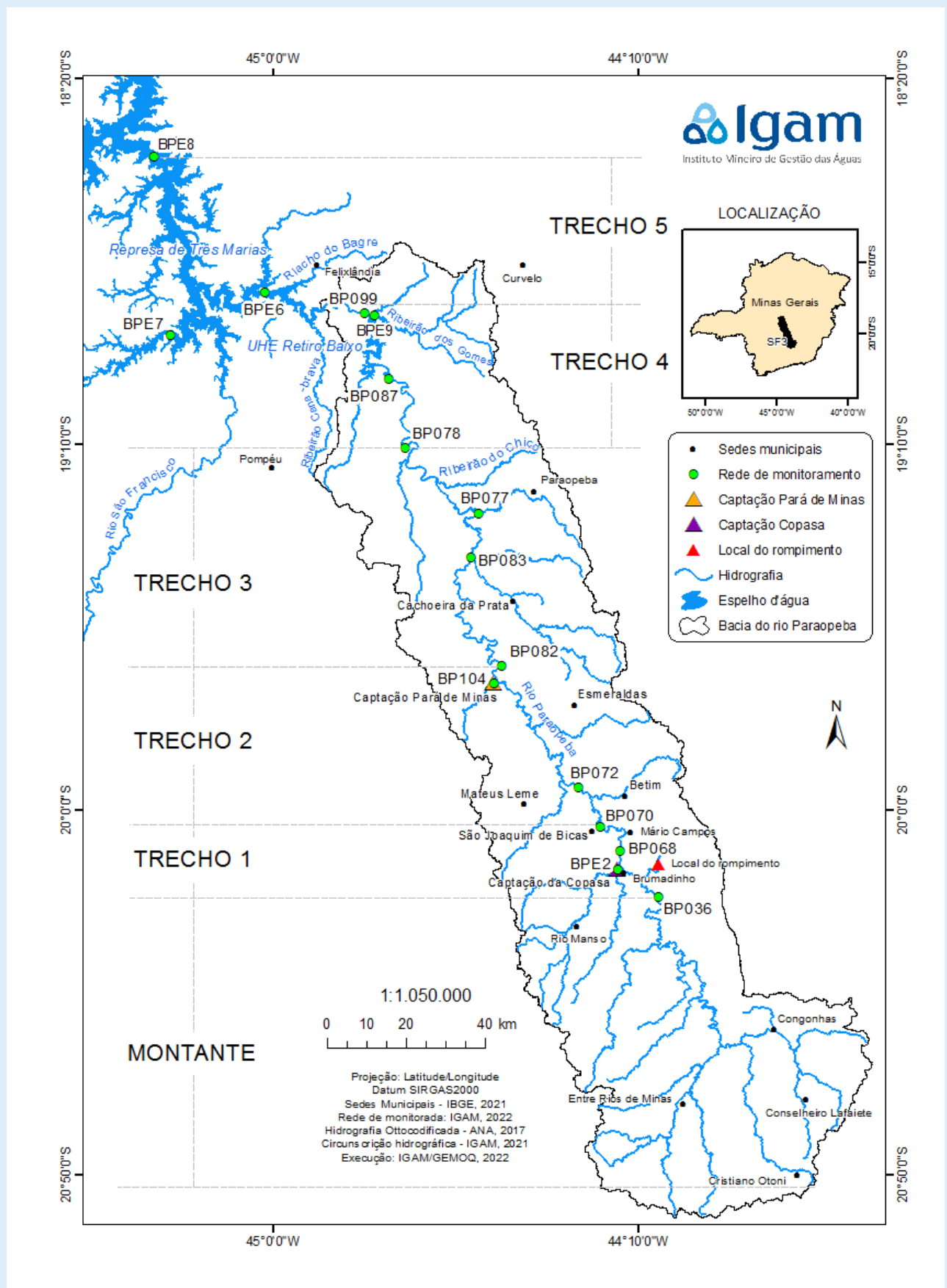
Quadro 1 - Localização e características dos pontos monitorados

Trecho	Pontos	Município	Km	Descrição
1	BP036	Brumadinho	-10	Anterior à área impactada pelo rompimento
	BPE2		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
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
			353	Remanso da Represa de Três Marias
5	BPE6			Remanso da Represa de Três Marias
	BPE7	Abaeté	400	Remanso da Represa de Três Marias em Abaeté
	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 apresenta as localizações dos pontos de monitoramento (trecho de montante ao Trecho 5) de qualidade da água superficial.

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 2022.

### Parâmetros considerados neste boletim:

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

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

## Resultados

### Primeiras Semanas do Monitoramento

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

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

### Recomendação

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

O uso da água nos trechos que estão a montante do município de Brumadinho (antes do trecho afetado pelo rompimento) e a jusante (após) da UHE Retiro Baixo, estão liberados para os mais diversos fins e não existe nenhuma restrição pelos órgãos públicos.



## Última medição - dezembro de 2022

Segundo as informações das estações da ANA/INMET, os primeiros quinze dias do mês de dezembro tiveram registros de fortes precipitações pontuais. Após, a segunda quinzena, houve registro de chuvas intensas e constantes, com comportamento pouco acima da média histórica, na região monitorada. O clima geral do mês apresentou oscilações nas temperaturas e dias nublados.

Os resultados contidos neste Boletim Informativo do Cidadão foram avaliados para as amostragens de águas superficiais coletadas nos dias 1 e 2 de dezembro de 2022.

Conforme consta na Deliberação Normativa Conjunta Copam/CERH-MG nº 08/2022 sobre os limites legais estabelecidos para Classe 2, é possível observar, ao comparar os resultados de novembro e dezembro de 2022, que em ambos os meses não houve violações para mercúrio total.

Os parâmetros com valores acima do limite legal foram registrados do trecho de montante ao trecho 4 (Quadro 1) em dezembro, conforme indicados a seguir:

- Alumínio dissolvido: Brumadinho (BP036 e BPE2), Mário Campos (BP068), São Joaquim de Bicas (BP070), Betim (BP072), Pará de Minas (BP104), Esmeraldas (BP082), Paraopeba (BP083 e BP077), Curvelo (BP078), Pompéu (BP087) e Felixlândia (BPE9 e BP099);
- Chumbo total: Brumadinho (BPE2), Mário Campos (BP068), São Joaquim de Bicas (BP070), Betim (BP072), Pará de Minas (BP104), Esmeraldas (BP082) e Curvelo (BP078);
- Turbidez: Brumadinho (BP036 e BPE2), Mário Campos (BP068), São Joaquim de Bicas (BP070), Betim (BP072), Pará de Minas (BP104), Esmeraldas (BP082), Paraopeba (BP083 e BP077), Curvelo (BP078), Pompéu (BP087) e Felixlândia (BPE9);
- Manganês total: Brumadinho (BP036 e BPE2), Mário Campos (BP068), São Joaquim de Bicas (BP070), Betim (BP072), Pará de Minas (BP104), Esmeraldas (BP082), Paraopeba (BP083 e BP077), Curvelo (BP078), Pompéu (BP087) e Felixlândia (BPE9);
- Ferro total: Brumadinho (BP036 e BPE2), Mário Campos (BP068), São Joaquim de Bicas (BP070), Betim (BP072), Pará de Minas (BP104), Esmeraldas (BP082), Paraopeba (BP083 e BP077), Curvelo (BP078), Pompéu (BP087) e Felixlândia (BPE9);
- Ferro dissolvido: Brumadinho (BP036 e BPE2), Betim (BP072), Esmeraldas (BP082), Paraopeba (BP083), Curvelo (BP078) e Felixlândia (BPE9).

As quantidades de violações observadas para o alumínio dissolvido, chumbo total e ferro dissolvido, para o mês vigente, foram em treze, sete e seis estações, respectivamente, para valores acima do limite legal.

As quantidades de violações observadas para turbidez, manganês total e ferro total, para o mês vigente, foram as mesmas, totalizando em doze estações para valores acima do limite legal.

Em relação aos parâmetros arsênio total, cádmio total, cromo total, níquel total e cobre dissolvido, registra-se que esses não violaram os limites estabelecidos pela legislação no mês de dezembro de 2022.

Todas as estações localizadas no trecho 5 (BPE6, BPE7 e BPE8) apresentaram valores inferiores ao limite preconizado.

Em novembro de 2022, destaca-se que nos pontos de monitoramento BP104 (Pará de Minas) e BPE7 (Abaeté) não houve coleta nos dias de amostragens programado, devido às dificuldades de acesso aos locais, portanto, não apresentaram resultados nos Quadros (Quadro 2 ao 8).

## 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 01/08	Até 2 x Limite DN 01/08	Acima 10 x Limite DN 01/08
Cor			
Visualização			

## Alumínio Dissolvido

O parâmetro alumínio dissolvido é utilizado para avaliar o quantitativo solúvel desse componente no corpo d'água. Assim como o manganês e o ferro, o alumínio também está presente naturalmente no solo da bacia do rio Paraopeba, bem como na constituição do rejeito na sua forma total. A presença desse material no corpo d'água está relacionada ao carreamento do solo nos períodos chuvosos, além do processo de intemperismo. É importante lembrar que as variações de alumínio dissolvido na bacia não foram correlacionadas diretamente com a presença do rejeito.

O Quadro 2 apresenta as estações (trechos e municípios) correspondentes aos valores máximos de alumínio dissolvido, obtidos para cada ponto de monitoramento na série histórica antes do rompimento (ano de 2000 a 2018), os valores de máximo e mínimo obtidos nos primeiros 60 dias após o rompimento (ano de 2019) e os valores obtidos nos meses de novembro e dezembro de 2022.

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

Alumínio dissolvido (mg/L)							<i>Igam, 2022</i>
Estação			2000-2018 (Série Hist.)	Série emergencial até 60 dias após rompimento em 2019		novembro de 2022	dezembro de 2022
Trecho	Pontos	Município	Máximo	Máximo	Mínimo	Resultado	Resultado
1	BP036	Brumadinho	0,35	1,17	0,17	0,15	0,31
	BPE2		sem dados	0,71	0,02	0,15	0,41
	BP068	Mário Campos	0,54	0,63	0,02	0,20	0,37
	BP070	São Joaquim de Bicas	0,60	0,76	0,02	0,40	0,27
2	BP072	Betim	0,68	0,86	0,05	0,20	0,56
	BP104	Pará de Minas	sem dados	0,80	0,10	sem dados	0,24
	BP082	Esmeraldas	0,36	1,09	0,06	0,20	0,25
3	BP083	Paraopeba	0,18	1,45	0,10	0,15	0,51
	BP077		sem dados	sem dados	sem dados	0,30	0,18
	BP078	Curvelo	0,39	1,57	0,16	0,12	0,28
	BP087	Pompéu	sem dados	sem dados	sem dados	0,14	0,22
4	BPE9	Felixlândia	sem dados	sem dados	sem dados	0,11	0,35
	BP099		0,26	1,16	0,12	0,02	0,14
5	BPE6	Abaeté	sem dados	0,05	0,02	0,09	0,08
	BPE7		sem dados	0,03	0,02	sem dados	0,07
	BPE8		Três Marias	sem dados	0,13	0,02	0,02
<b>Limite Classe 2 DN 08/2022: 0,1 mg/L</b>							

Obs: BP104 e BPE7 pontos não coletados em novembro de 2022

No mês de dezembro, os resultados de alumínio dissolvido se destacaram pelas violações acima do limite legal (0,1 mg/L) para maioria das estações de monitoramento (trecho de montante ao 4). As estações que apresentaram maiores resultados correspondem aos municípios de Betim (0,56 mg/L - BP072) e Paraopeba (0,51 mg/L - BP083), na coleta realizada em 1 de dezembro de 2022. Os resultados dessas violações para o metal alumínio relacionam-se à influência das chuvas na região, além de possíveis ações antrópicas.

O trecho 5 correspondente aos municípios de Felixlândia (BPE6), Abaeté (BPE7) e Três Marias (BPE8) foi o único que não apresentou resultados superiores ao preconizado pela legislação.

## Chumbo total e Mercúrio total

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

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

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

Os Quadros 3 e 4 apresentam as estações (trechos e municípios) correspondentes aos valores máximos de chumbo total e mercúrio total, respectivamente, 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 novembro e dezembro de 2022.

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

			Chumbo total (mg/L)			Igam, 2022	
Estação			2000-2018 (Série Hist.)	Série emergencial até 60 dias após rompimento em 2019		novembro de 2022	dezembro de 2022
Trecho	Pontos	Município	Máximo	Máximo	Mínimo	Resultado	Resultado
montante	BP036	Brumadinho	0,028	0,015	0,005	0,002	0,009
	BPE2		sem dados	0,069	0,005	0,001	0,013
	1	BP068	Mário Campos	0,035	0,147	0,005	0,002
	BP070	São Joaquim de Bicas	0,040	0,090	0,005	0,002	0,015
2	BP072	Betim	0,044	0,038	0,005	0,001	0,013
	BP104	Pará de Minas	sem dados	0,017	0,005	sem dados	0,014
	BP082	Esmeraldas	0,023	0,036	0,005	0,002	0,018
3	BP083	Paraopeba	0,020	0,017	0,005	0,001	0,008
	BP077		sem dados	sem dados	sem dados	0,002	0,009
		BP078	Curvelo	0,027	0,012	0,005	0,002
4	BP087	Pompéu	sem dados	sem dados	sem dados	0,002	0,010
	BPE9	Felixlândia	sem dados	sem dados	sem dados	0,001	0,006
	BP099		0,012	0,011	0,005	0,002	0,001
5	BPE6	Abaeté	sem dados	0,005	0,005	0,001	0,001
	BPE7		sem dados	0,005	0,005	sem dados	0,001
		BPE8	Três Marias	sem dados	0,005	0,005	0,001

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

Obs: BP104 e BPE7 pontos não coletados em novembro de 2022

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

Mercúrio total ( $\mu\text{g/L}$ )							Igam, 2022
Estação			2000-2018 (Série Hist.)	Série emergencial até 60 dias após rompimento em 2019		novembro de 2022	dezembro de 2022
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	sem dados	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
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	Abaeté	sem dados	0,20	0,20	0,20	0,20
	BPE7		sem dados	0,20	0,20	sem dados	0,20
	BPE8	Três Marias	sem dados	0,20	0,20	0,20	0,20

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

Obs: BP104 e BPE7 pontos não coletados em novembro de 2022

No mês de dezembro de 2022, devido ao período chuvoso, sete estações localizadas do trecho 1 ao trecho 3 apresentaram resultados de chumbo acima do limite (0,01 mg/L). Essas sete estações correspondem aos municípios de Brumadinho (BPE2), Mário Campos (BP068), São Joaquim de Bicas (BP070), Betim (BP072), Pará de Minas (BP104), Esmeraldas (BP082) e Curvelo (BP078). O maior valor registrado foi em Esmeraldas (0,018 mg/L), na amostragem do dia 1 de dezembro.

Os resultados de mercúrio total não registraram nenhum ponto de monitoramento (trecho de montante ao trecho 5) com valores acima do limite legal de 0,2  $\mu\text{g/L}$ .

## Turbidez

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

O Quadro 5 apresenta as estações (trechos e municípios) correspondentes aos valores máximos de turbidez, obtidos para cada ponto de monitoramento na série histórica antes do rompimento (ano de 2000 a 2018), os valores de máximo e mínimo obtidos nos primeiros 60 dias após o rompimento (ano de 2019) e os valores obtidos nos meses de novembro e dezembro de 2022.



Quadro 5 - Resultados de Turbidez (NTU)

Turbidez (NTU)							Igam, 2022
Estação			2000-2018 (Série Hist.)	Série emergencial até 60 dias após rompimento em 2019		novembro de 2022	dezembro de 2022
Trecho	Pontos	Município	Máximo	Máximo	Mínimo	Resultado	Resultado
montante	BP036	Brumadinho	609	439	34	50	1018
	BPE2		sem dados	30240	407	37	747
1	BP068	Mário Campos	596	34500	40	55	775
	BP070	São Joaquim de Bicas	1856	18588	44	60	507
2	BP072	Betim	1268	17148	23	35	592
	BP104	Pará de Minas	sem dados	8468	97	sem dados	550
	BP082	Esmeraldas	1010	4854	13	47	633
3	BP083	Paraopeba	775	1545	12	48	462
	BP077		sem dados	sem dados	sem dados	59	414
	BP078	Curvelo	766	818	11	49	541
	BP087	Pompéu	sem dados	sem dados	sem dados	50	442
4	BPE9	Felixlândia	sem dados	sem dados	sem dados	20	581
	BP099		546	1140	6	3	77
5	BPE6		sem dados	12	3	24	11
	BPE7	Abaeté	sem dados	4	4	sem dados	7
	BPE8	Três Marias	sem dados	7	3	4	8
<b>Limite Classe 2 DN 08/2022: 100 NTU</b>							

Obs: BP104 e BPE7 pontos não coletados em novembro de 2022

Em dezembro, os resultados de turbidez ultrapassaram o limite legal (100 NTU), estabelecido para Classe 2 pela Deliberação Normativa Conjunta Copam/CERH-MG nº 08/2022, do trecho de montante ao trecho 4. O maior valor registrado foi no município à montante de Brumadinho (BP036), com turbidez elevada de 1018 NTU, violação acima de dez vezes o limite, para o período de amostragem realizado no dia 1 de dezembro de 2022. A turbidez no rio Paraopeba apresentou resultados mais altos, devido às maiores vazões do rio. Um dia anterior à coleta o período foi marcado por chuvas intensas na região monitorada, conforme informações no site da (ANA e INMET, 2022)<sup>1</sup>.

## Manganês total e Ferro total

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

Os Quadros 6 e 7 apresentam as estações (trechos e municípios) correspondentes aos valores máximos de manganês total e ferro total, respectivamente, 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 novembro e dezembro de 2022.

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

Manganês total (mg/L)								Igam, 2022	
Estação			2000-2018 (Série Hist.)	Série emergencial até 60 dias após rompimento em 2019		novembro de 2022	dezembro de 2022		
Trecho	Pontos	Município	Máximo	Máximo	Mínimo	Resultado	Resultado		
montante	BP036	Brumadinho	1,392	1,172	0,023	0,299	1,621		
	BPE2		sem dados	19,060	0,038	0,156	1,128		
1	BP068	Mário Campos	1,690	46,270	0,138	0,319	1,017		
	BP070	São Joaquim de Bicas	1,540	24,771	0,230	0,243	0,969		
2	BP072	Betim	1,727	10,305	0,147	0,110	0,999		
	BP104	Pará de Minas	sem dados	4,904	0,248	sem dados	0,847		
	BP082	Esmeraldas	1,139	7,446	0,063	0,161	0,962		
3	BP083	Paraopeba	0,882	3,907	0,019	0,123	0,528		
	BP077		sem dados	sem dados	sem dados	0,134	0,602		
	BP078	Curvelo	1,299	1,754	0,016	0,102	1,006		
4	BP087	Pompéu	sem dados	sem dados	sem dados	0,072	0,753		
	BPE9	Felixlândia	sem dados	sem dados	sem dados	0,077	0,156		
	BP099		0,716	0,420	0,018	0,013	0,046		
5	BPE6	Abaeté	sem dados	0,017	0,007	0,028	0,003		
	BPE7		sem dados	0,040	0,021	sem dados	0,018		
	BPE8	Três Marias	sem dados	0,008	0,006	0,006	0,003		
<b>Limite Classe 2 DN 08/2022: 0,1 mg/L</b>									

Obs: BP104 e BPE7 pontos não coletados em novembro de 2022

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

Ferro total (mg/L)								Igam, 2022	
Estação			2000-2018 (Série Hist.)	Série emergencial até 60 dias após rompimento em 2019		novembro de 2022	dezembro de 2022		
Trecho	Pontos	Município	Máximo	Máximo	Mínimo	Resultado	Resultado		
montante	BP036	Brumadinho	sem dados	9,22	2,14	2,67	14,53		
	BPE2		sem dados	28,52	1,19	1,88	12,49		
1	BP068	Mário Campos	sem dados	39,35	3,70	2,72	10,92		
	BP070	São Joaquim de Bicas	sem dados	62,00	2,70	2,10	9,73		
2	BP072	Betim	sem dados	22,52	1,69	1,46	10,93		
	BP104	Pará de Minas	sem dados	9,67	1,19	sem dados	9,94		
	BP082	Esmeraldas	sem dados	17,78	1,43	1,84	11,43		
3	BP083	Paraopeba	sem dados	10,92	1,80	1,79	7,14		
	BP077		sem dados	sem dados	sem dados	1,75	6,79		
	BP078	Curvelo	sem dados	5,62	1,73	1,58	11,36		
4	BP087	Pompéu	sem dados	sem dados	sem dados	1,44	8,18		
	BPE9	Felixlândia	sem dados	sem dados	sem dados	1,58	4,51		
	BP099		sem dados	4,76	0,44	0,23	1,36		
5	BPE6	Abaeté	sem dados	0,15	0,07	0,31	0,16		
	BPE7		sem dados	0,14	0,08	sem dados	0,20		
	BPE8	Três Marias	sem dados	0,08	0,04	0,05	0,09		
<b>Limite Classe 2 DN 08/2022: não se aplica</b>									

Obs: BP104 e BPE7 pontos não coletados em novembro de 2022

Os resultados de manganês total, no mês de dezembro de 2022, apresentaram valores superiores ao limite legal de 0,1 mg/L preconizado pela legislação. Foram registradas doze estações com valores acima do limite, localizadas do trecho de montante ao trecho 4. Os valores de manganês total, acima de dez vezes o limite legal, foram identificados no município de Brumadinho (BP036 - 1,621 mg/L e BPE2 - 1,128 mg/L), Mário Campos (BP068 - 1,017 mg/L) e Curvelo (BP078 - 1,006 mg/L).

O padrão normativo para o parâmetro ferro prevê apenas a forma dissolvida. Porém, constatou-se que a maior parte do ferro proveniente dos rejeitos da B1 estão associados à sua fração total e não estão dissolvidos na água. Dessa forma, para acompanhar o comportamento desse metal, utilizou-se o valor estabelecido de 1,75 mg/L a fim de definir as tonalidades das células nas tabelas, bem como a representação nos mapas. Por meio de um modelo estatístico, esse valor de ferro total foi estimado com base no manganês total, pois estes parâmetros apresentam comportamento similares.

No mês de dezembro de 2022, doze estações apresentaram resultados de ferro total acima do valor estabelecido de 1,75 mg/L. Tais estações correspondem ao trecho de montante até o trecho 4, ou seja, do município de Brumadinho (BP036) até Felixlândia (BPE9). Além disso, os maiores valores de ferro total foram identificados em Brumadinho (BP036 – 14,53 mg/L e BPE2 – 12,49 mg/L), Esmeraldas (BP082 – 11,43 mg/L), Curvelo (BP078 – 11,36 mg/L) e Mário Campos (BP068 – 10,92 mg/L), ou seja, os mesmos pontos com resultados violados para o manganês total, a exceção do ponto de monitoramento em Esmeraldas.

No trecho a montante (BP036), trecho 2 (BP104) e trecho 3 (BP078), alguns resultados de manganês total e ferro total chegaram a registrar valores superiores aos medidos à época do desastre, durante a passagem da pluma de rejeitos.

O aumento das estações com resultados violados para os parâmetros de manganês total e ferro total sugere a influência da ocorrência das chuvas no período de amostragem, bem como impactos de outras atividades antrópicas na região a montante. Um outro fator que pode ter contribuído para o aumento desses metais no ponto a montante (BP036), se relaciona às atividades de dragagem que ocorreram próximo a essa estação, no dia 1 de dezembro de 2022. Essa operação é realizada pela mineradora Vale, no rio Paraopeba, para a retirada do rejeito por meio de draga de sucção.

As estações do trecho 4 (BP099) e trecho 5 (BPE6, BPE7, BPE8) apresentaram resultados de manganês total e ferro total inferiores aos limites estabelecidos.

## Ferro dissolvido

O Quadro 8 apresenta os trechos e municípios correspondentes aos valores máximos de ferro dissolvido obtidos para cada ponto de monitoramento na série histórica antes do rompimento (ano de 2000 a 2018), os valores de máximo e mínimo obtidos nos primeiros 60 dias após o rompimento (ano de 2019) e os valores obtidos nos meses de outubro e novembro de 2022.

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

Estação			Ferro dissolvido (mg/L)				Igam, 2022	
Trecho	Pontos	Município	2000-2018	Série emergencial até 60 dias		novembro de	dezembro de	
			(Série Hist.)	após rompimento em 2019		2022	2022	
			Máximo	Máximo	Mínimo	Resultado	Resultado	
1	montante	Brumadinho	0,98	1,22	0,20	0,50	0,31	
	BPE2		sem dados	1,11	0,03	0,62	0,31	
	BP068	Mário Campos	0,97	1,24	0,03	0,68	0,30	
	BP070	São Joaquim de Bicas	1,57	1,16	0,03	0,80	0,30	
2	BP072	Betim	0,77	1,27	0,06	0,59	0,71	
	BP104	Pará de Minas	sem dados	1,36	0,15	sem dados	0,28	
	BP082	Esmeraldas	0,99	1,27	0,07	0,47	0,28	
3	BP083	Paraopeba	0,56	1,42	0,11	0,55	0,69	
	BP077		sem dados	sem dados	sem dados	0,57	0,18	
	BP078	Curvelo	1,19	1,82	0,15	0,37	0,32	
	BP087	Pompéu	sem dados	sem dados	sem dados	0,35	0,29	
4	BPE9	Felixlândia	sem dados	sem dados	sem dados	0,96	0,36	
	BP099		0,44	1,14	0,12	0,02	0,14	
5	BPE6		sem dados	0,03	0,03	0,07	0,04	
	BPE7	Abaeté	sem dados	0,03	0,03	sem dados	0,04	
	BPE8	Três Marias	sem dados	0,07	0,03	0,02	0,03	

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

Obs: BP104 e BPE7 pontos não coletados em novembro de 2022

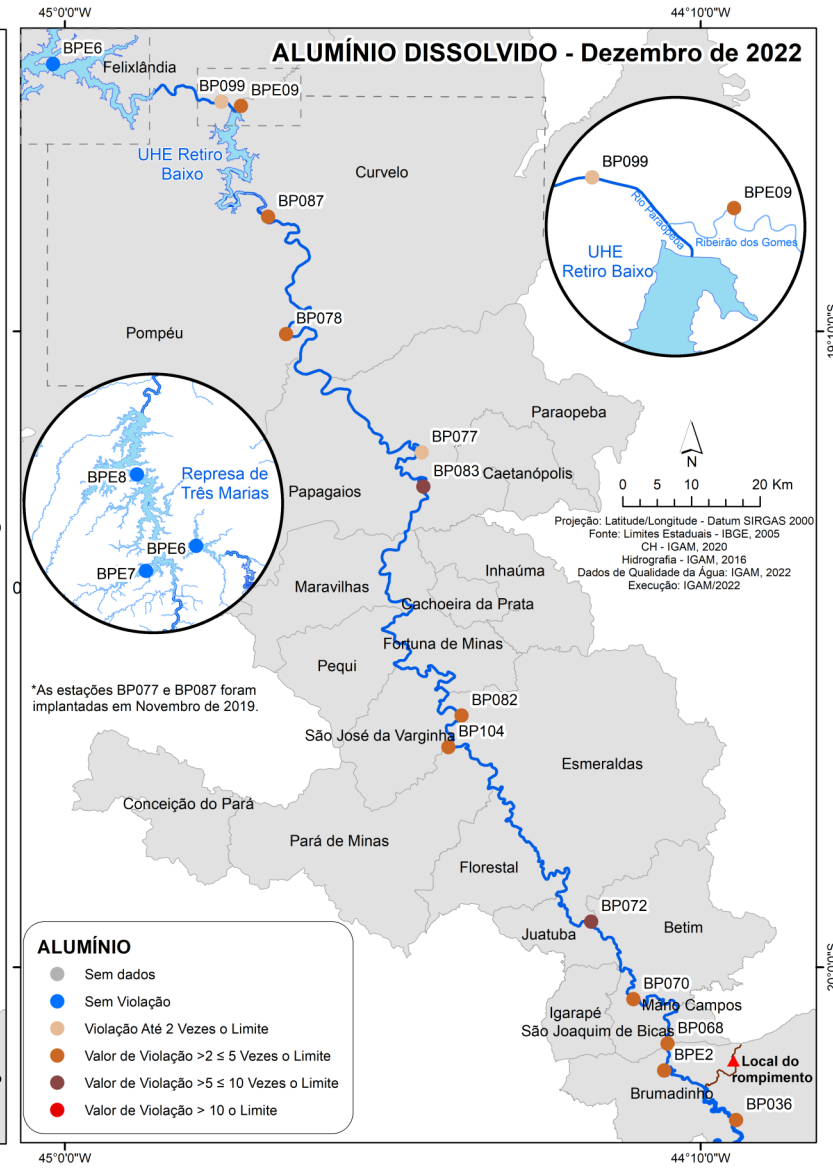
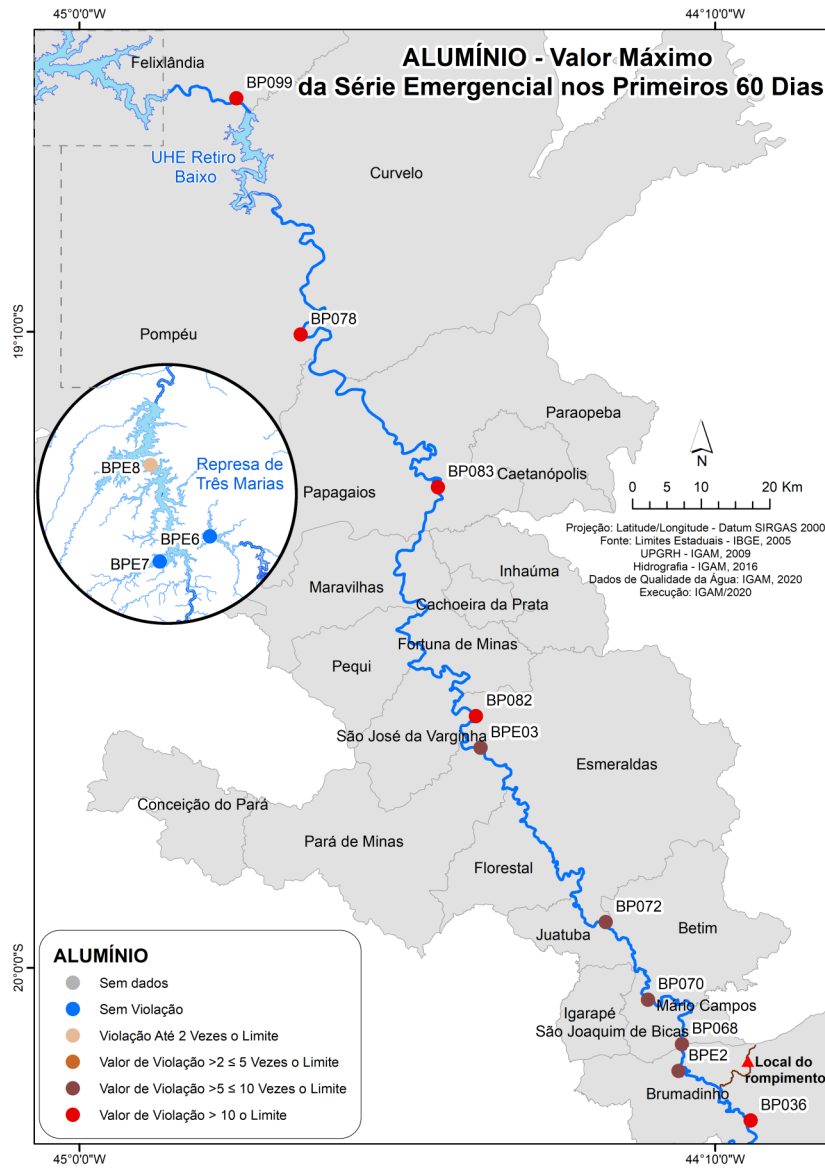
No mês de dezembro de 2022, os resultados de ferro dissolvido acima do limite legal (0,3 mg/L) foram registrados em seis pontos de monitoramento, desde o trecho a montante do rompimento das barragens em Brumadinho (BP036) até o trecho 4 em Felixlândia (BPE9). As violações apresentaram valores inferiores em sua maioria em comparação com o mês anterior, as exceções das estações BP072 (trecho 2) e BP083 (trecho 3). Os maiores valores acima do limite legal foram registrados no município de Betim (BP072 - 0,71 mg/L) e Paraopeba (BP083 - 0,69 mg/L), respectivamente, na coleta realizada em 1 de dezembro de 2022. Os resultados mais altos das estações BP072 e BP083 sofreram influência das chuvas, característico dessa época do ano, além de possíveis 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 do rejeito de minério, proveniente do rompimento da barragem BI da Vale no município de Brumadinho.

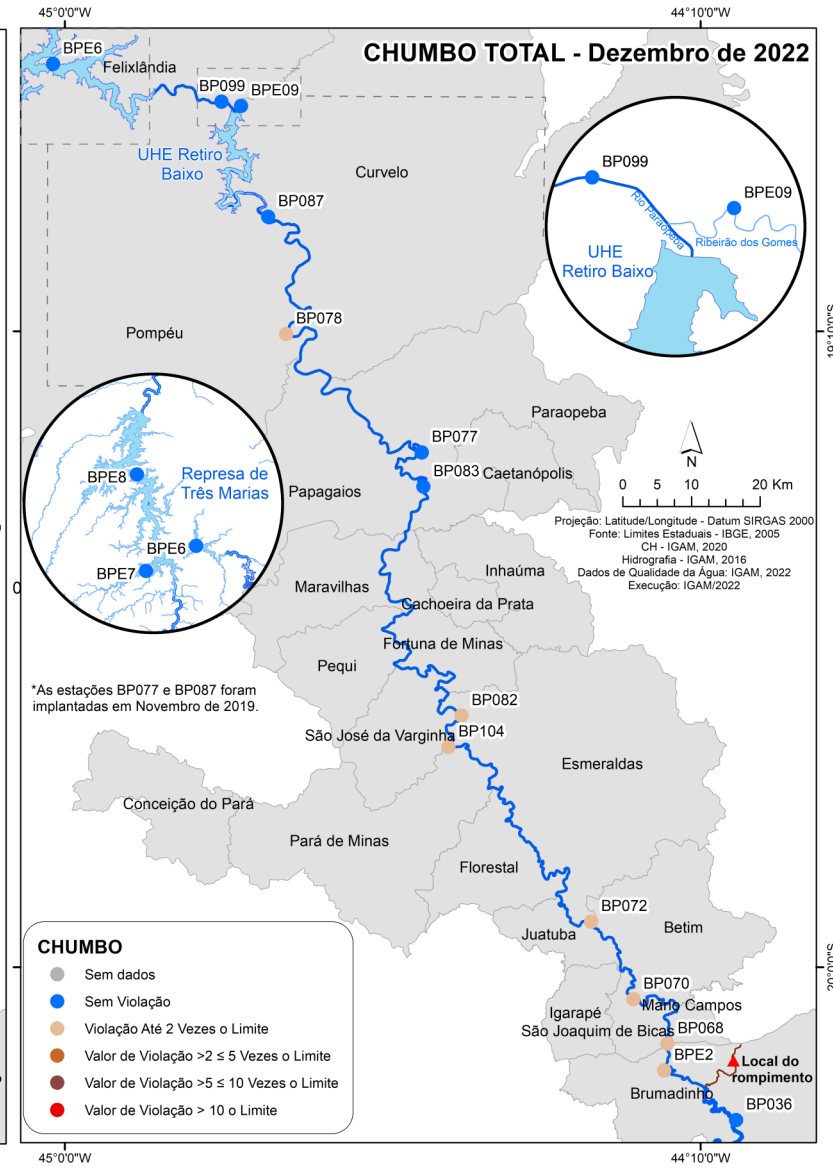
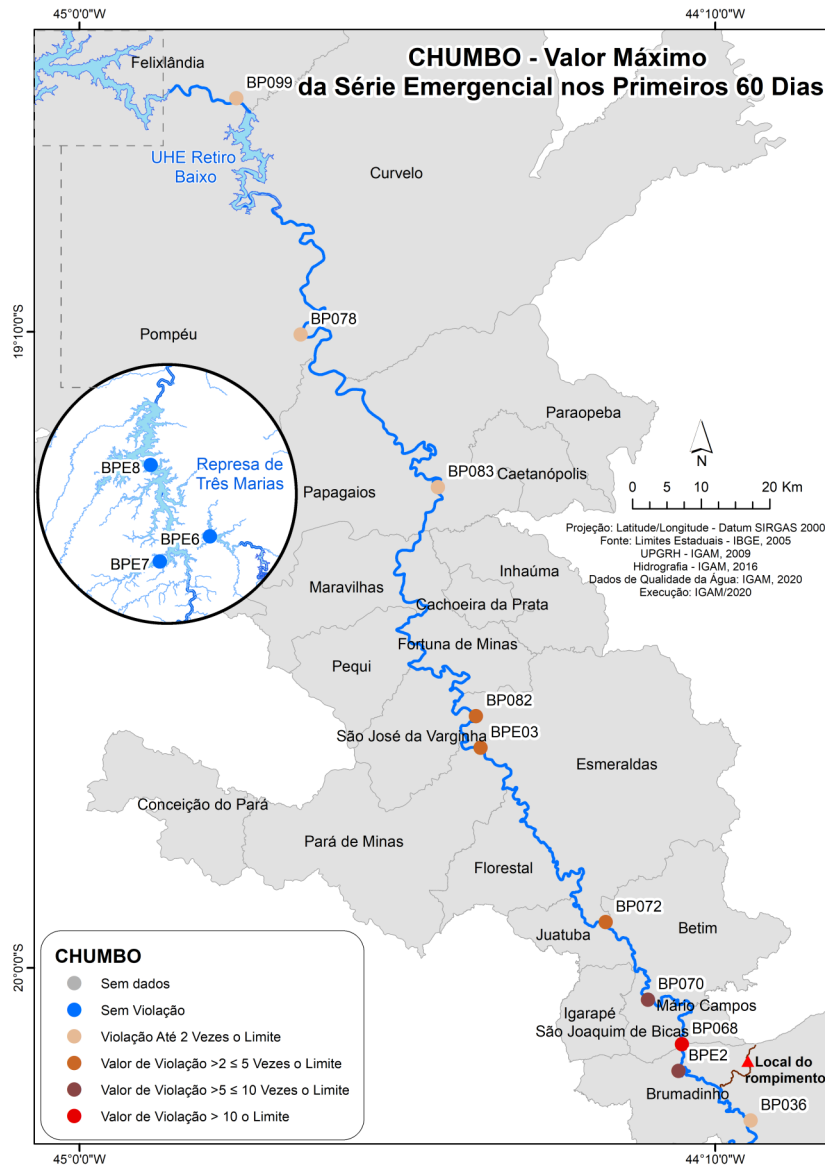
Os mapas das páginas seguintes apresentam os valores máximos, por parâmetro, em cada estação de monitoramento, nos primeiros 60 dias após o rompimento das barragens e os resultados do mês em análise (dezembro de 2022).

Ressalta-se que o ponto de monitoramento BPE03 (a montante da captação de água de Pará de Minas), encontrado nos mapas subseqüentes, foi desativado devido a inacessibilidade do local. Dessa forma, foi ativado o ponto BP104 (localizado na captação de água da SAAE em Pará de Minas) que é próximo ao BPE03.

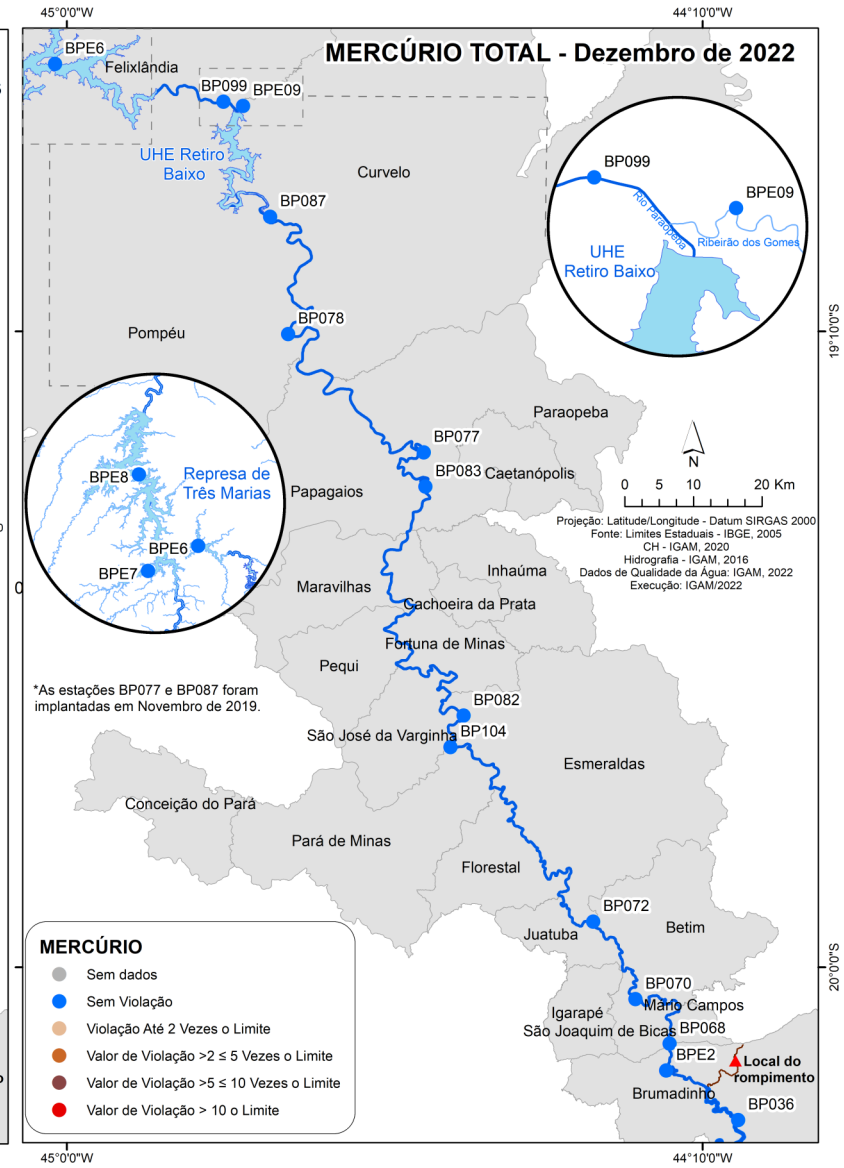
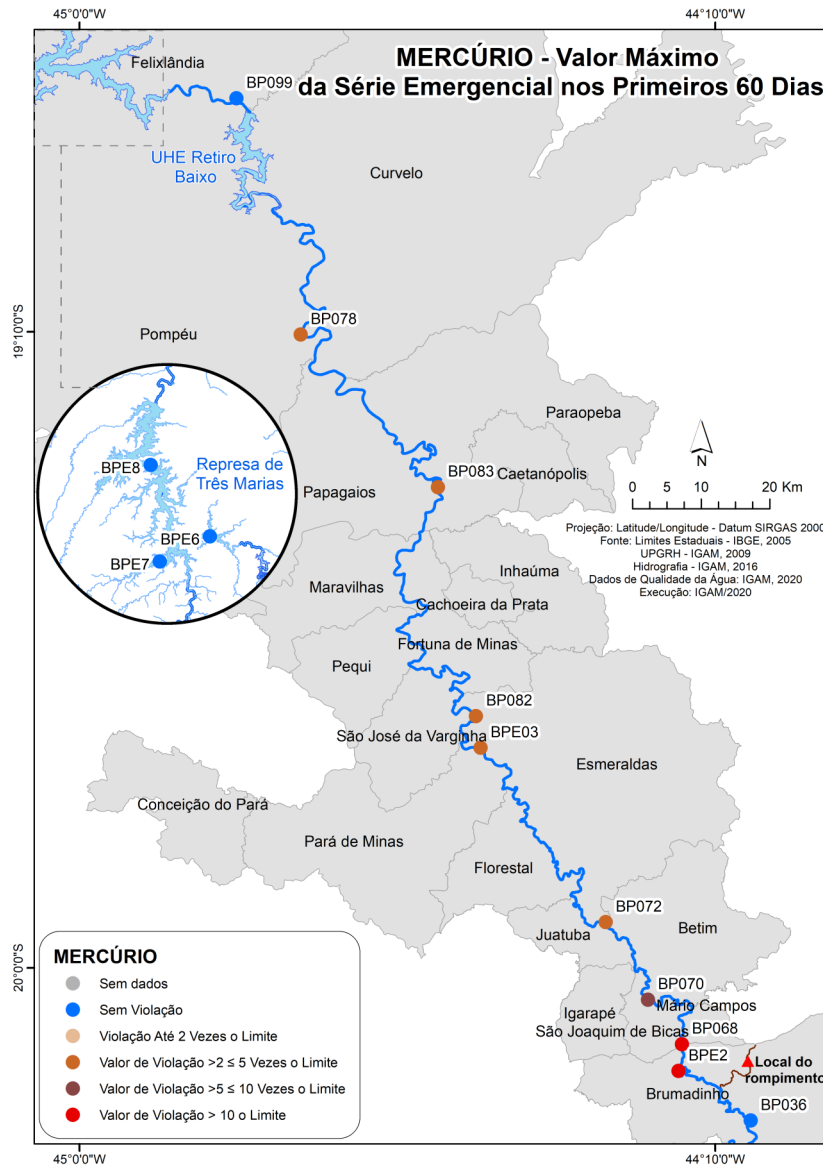
# Alumínio Dissolvido

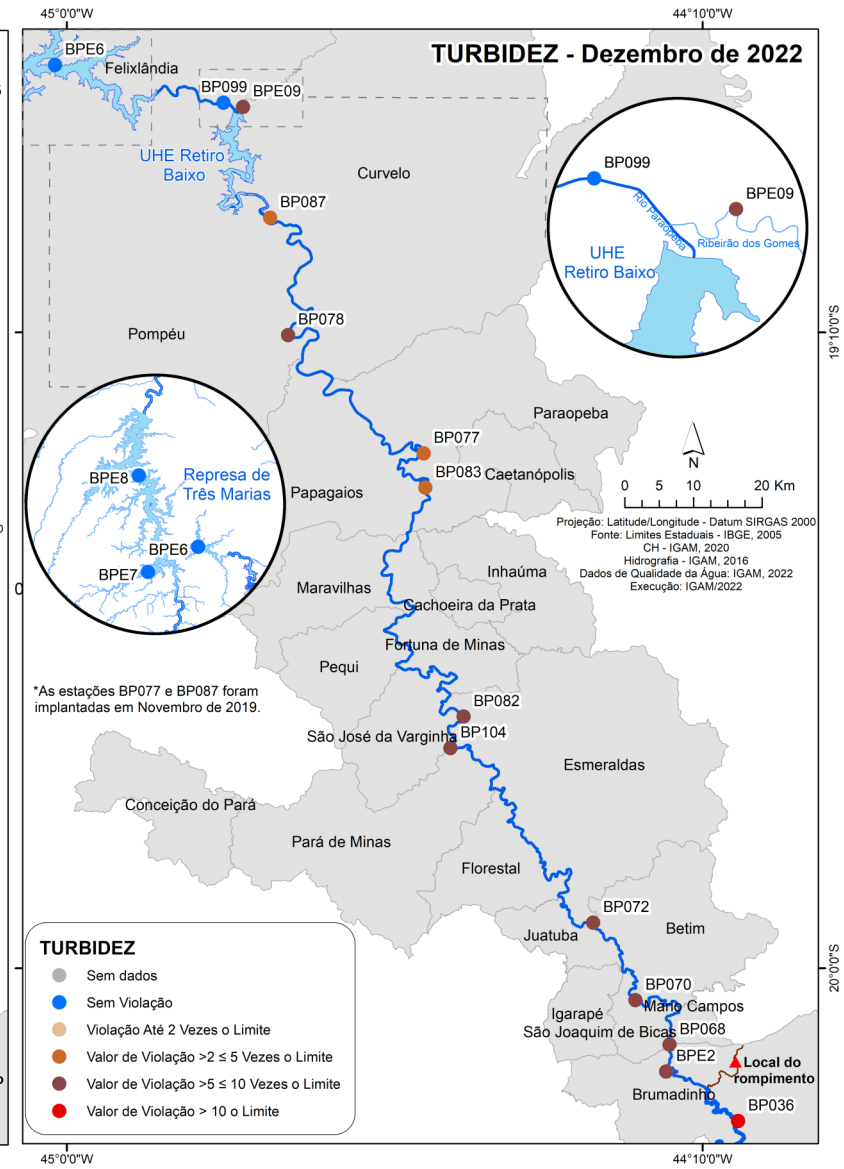
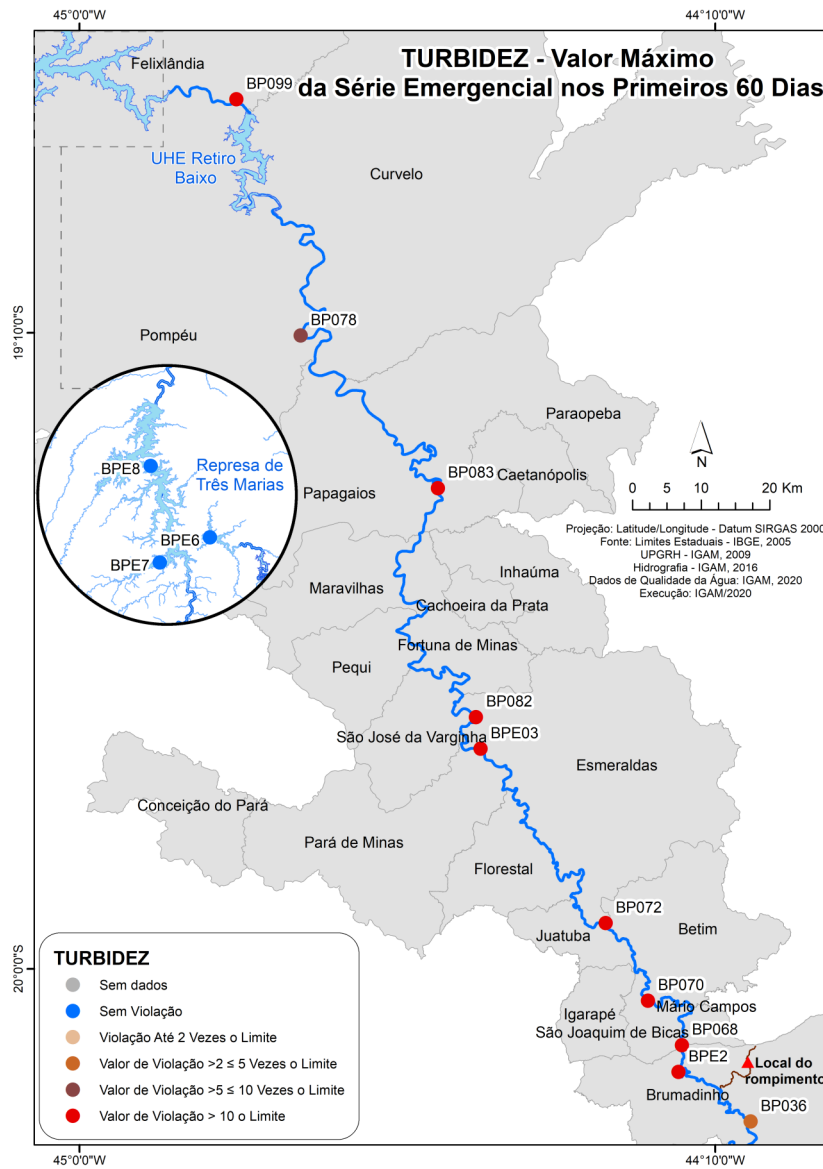


# Chumbo Total



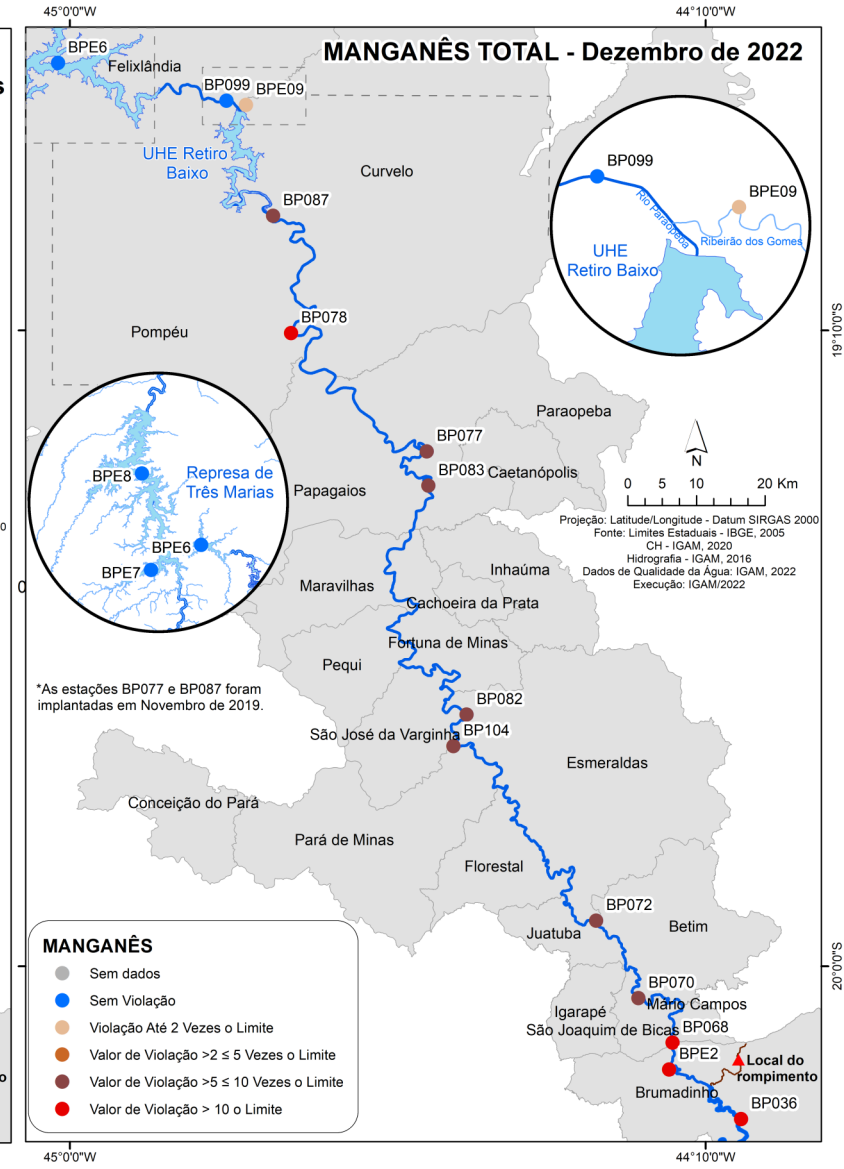
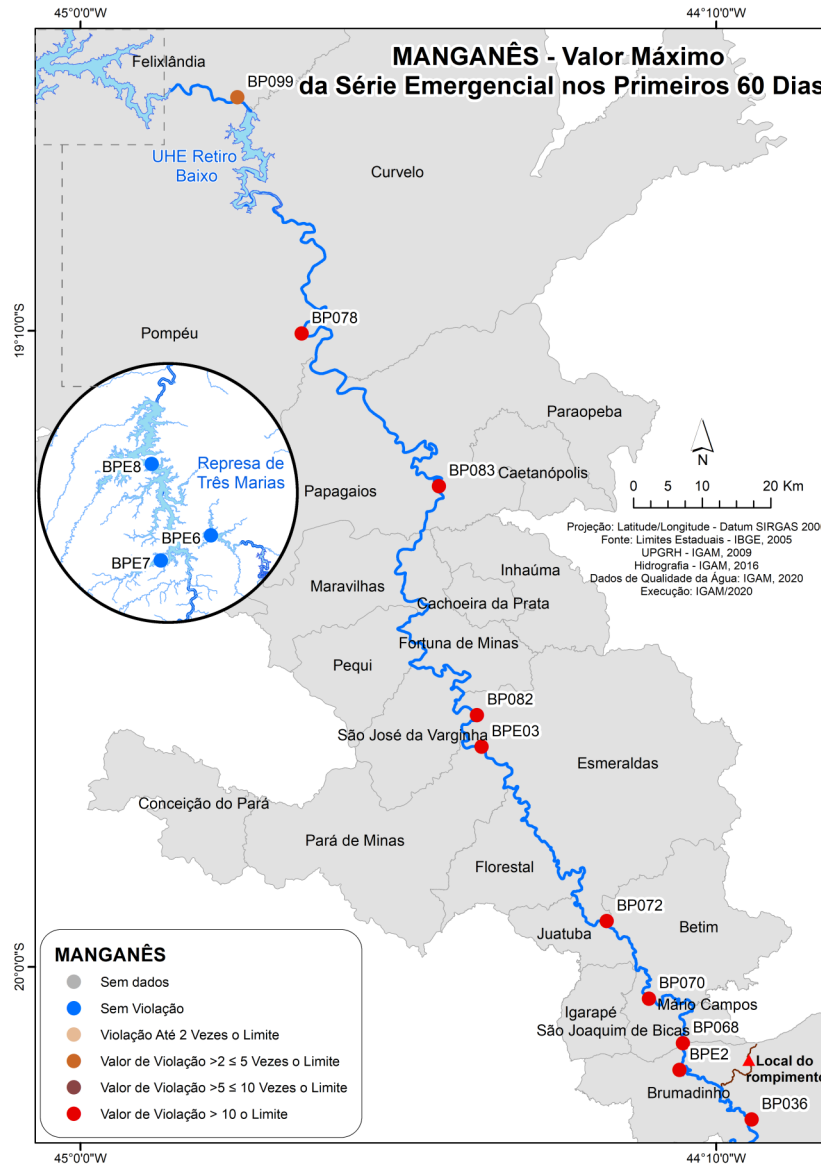
# Mercúrio Total

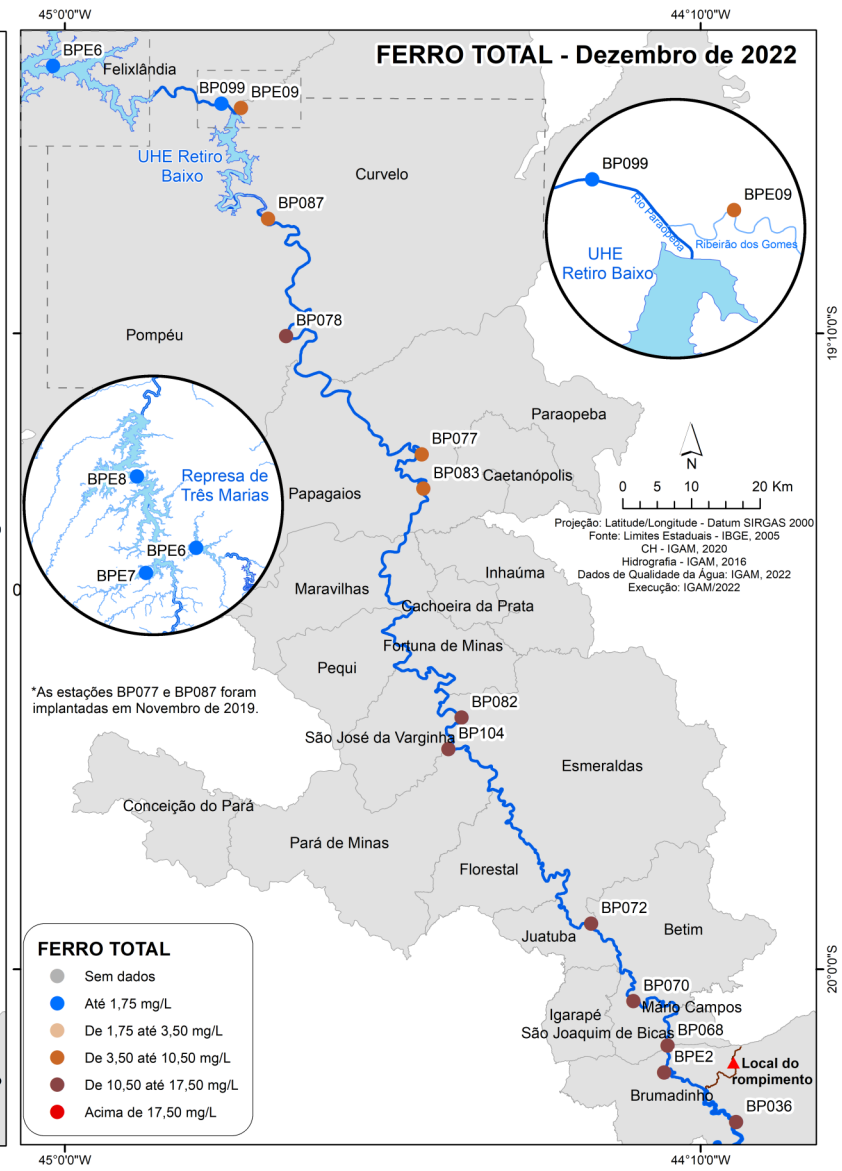
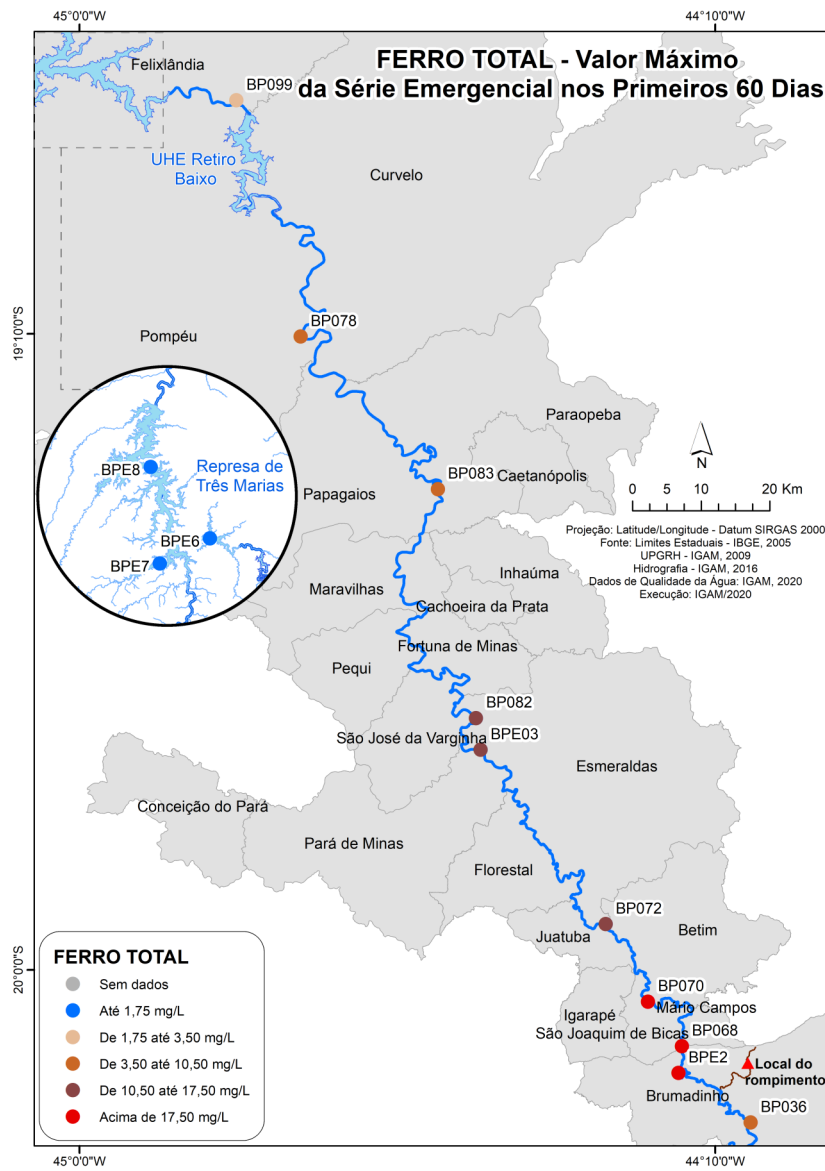




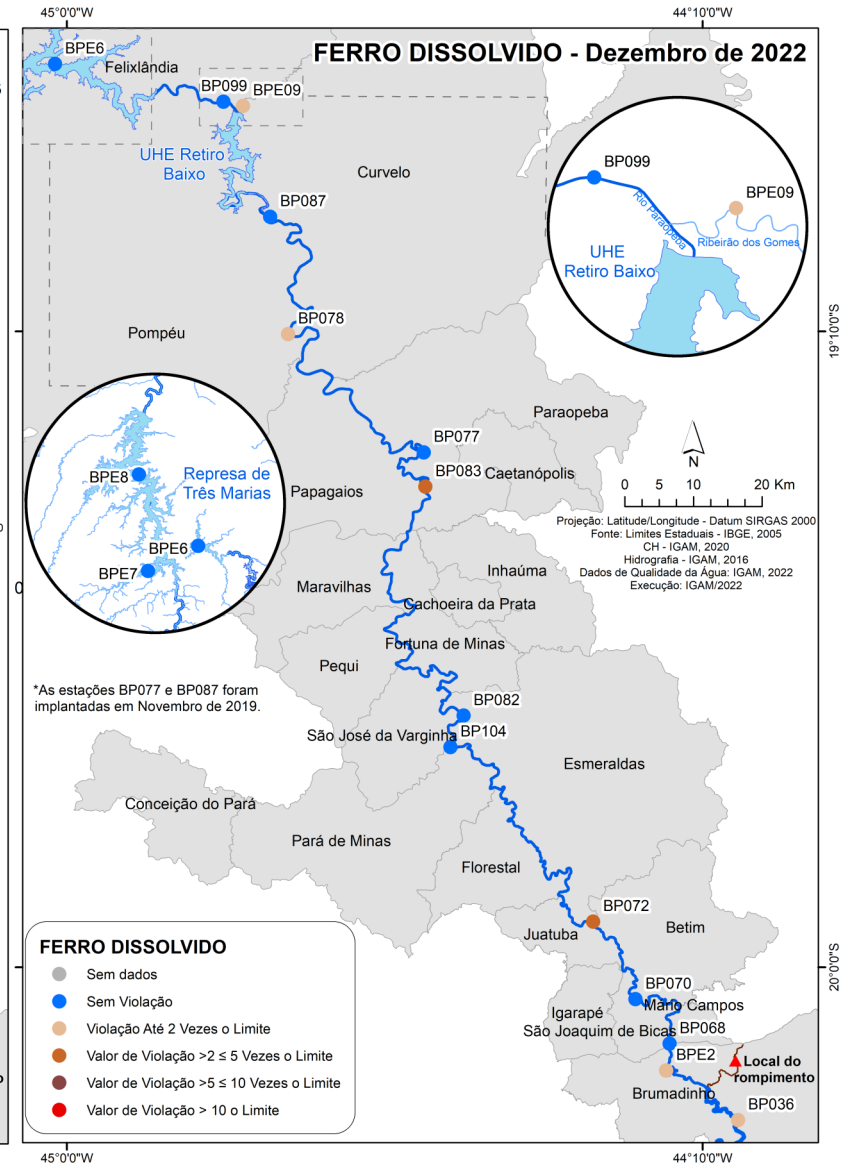
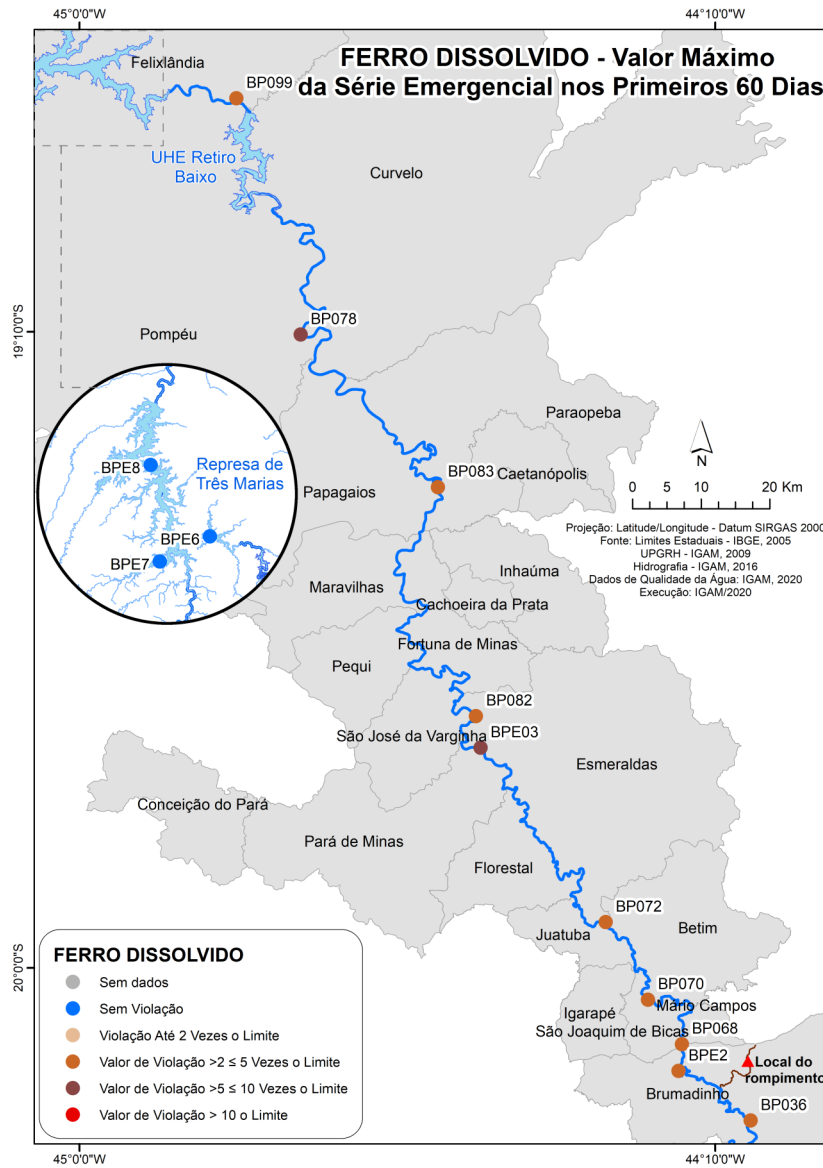


# Manganês Total





# Ferro Dissolvido



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

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

**Criação e Diagramação**  
Patrícia Goursand Macedo de Freitas

