



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, somando no total 16 pontos. O Quadro 1 apresenta a localização desses pontos, bem como as características de cada um deles.

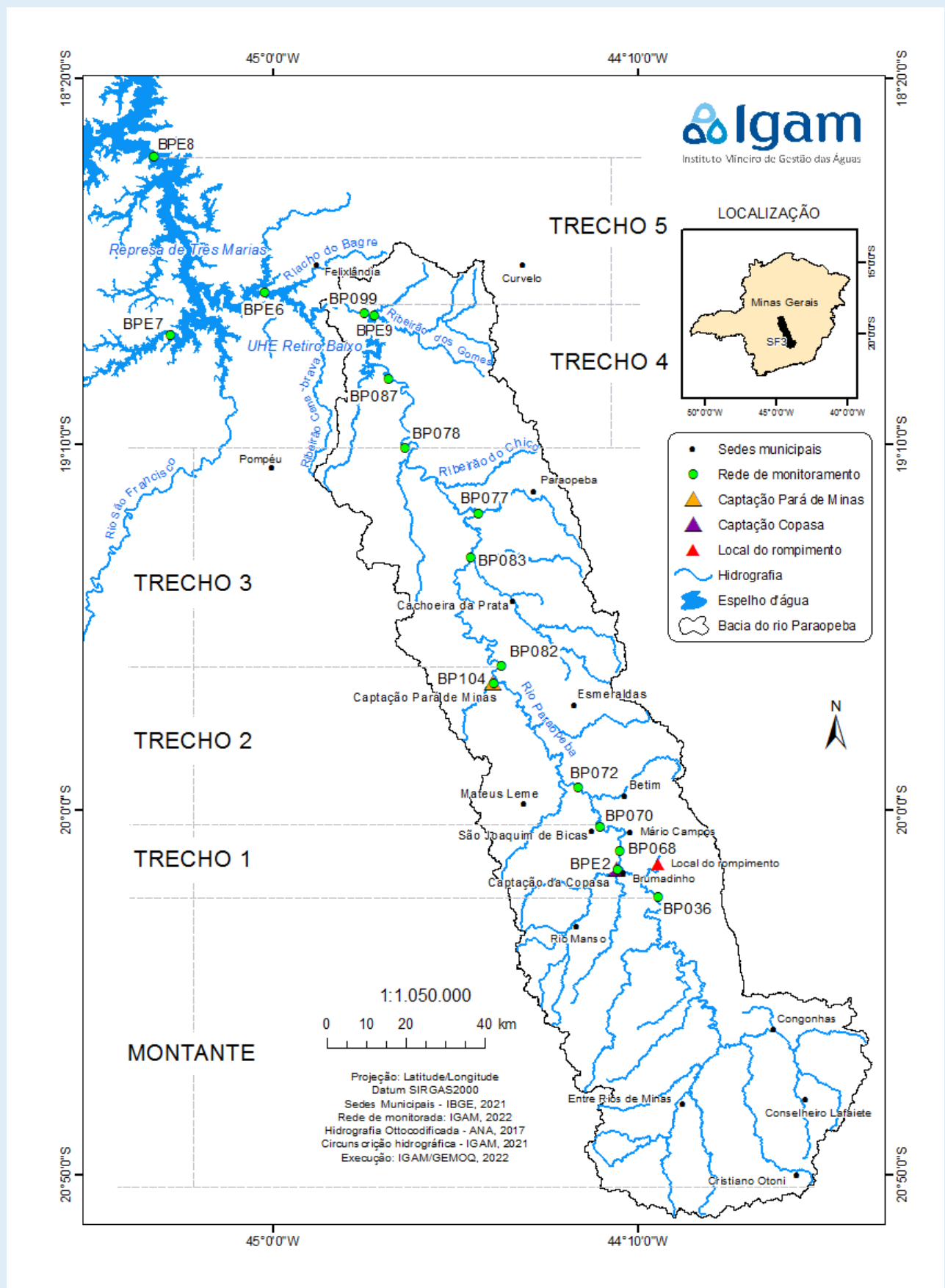
Quadro 1 – Localização e características dos pontos monitorados

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 dezembro de 2022 e janeiro de 2023.

Parâmetros considerados neste boletim:

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

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

Resultados

Primeiras semanas do monitoramento

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

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

Recomendação

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

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 - janeiro de 2023

Os resultados contidos neste Boletim Informativo do Cidadão foram avaliados para as amostragens de águas superficiais coletadas nos dias 10, 11, 12 e 13 de janeiro de 2023. Nos dias anteriores as coletas o período foi marcado por muitas chuvas na região da bacia do Paraopeba, conforme registros da ANA/INMET¹.

Segundo as informações das estações da ANA/INMET, os primeiros quinze dias do mês de janeiro tiveram registros de precipitações. A segunda quinzena, também foi marcada por muitas chuvas. No geral, o mês registrou dias nublados e precipitações com comportamento acima da média histórica (256 mm), na região monitorada.

Os parâmetros violados, em janeiro de 2023, para cada estação de monitoramento e seus respectivos municípios estão apresentados na Tabela 1. Dentre os 16 pontos de amostragem, a exceção das estações localizadas dentro do reservatório de Três Marias, quais sejam: BPE7 e BPE8, todas as demais apresentaram pelo menos um parâmetro desconforme (com violações - cor vermelha), de acordo com a Deliberação Normativa Conjunta Copam/CERH-MG nº 08/2022 sobre os limites legais estabelecidos para Classe 2.

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

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

Legenda das cores
Violação
Sem violação

Cores das tabelas

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

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

Alumínio dissolvido

O 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 dezembro de 2022 e janeiro de 2023.

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

Alumínio dissolvido (mg/L)							<i>Igam, 2023</i>	
Estação			2000-2018 (Série Hist.)	Série emergencial até 60 dias após rompimento em 2019		dezembro de 2022	janeiro de 2023	
Trecho	Pontos	Município	Máximo	Máximo	Mínimo	Resultado	Resultado	
1	BP036	Brumadinho	0,35	1,17	0,17	0,31	0,52	
	BPE2		sem dados	0,71	0,02	0,41	0,17	
	BP068	Mário Campos	0,54	0,63	0,02	0,37	0,17	
	BP070	São Joaquim de Bicas	0,60	0,76	0,02	0,27	0,23	
2	BP072	Betim	0,68	0,86	0,05	0,56	0,23	
	BP104	Pará de Minas	sem dados	0,80	0,10	0,24	0,23	
	BP082	Esmeraldas	0,36	1,09	0,06	0,25	0,26	
3	BP083	Paraopeba	0,18	1,45	0,10	0,51	0,31	
	BP077		sem dados	sem dados	sem dados	0,18	0,30	
	BP078	Curvelo	0,39	1,57	0,16	0,28	0,62	
	BP087	Pompéu	sem dados	sem dados	sem dados	0,22	0,35	
4	BPE9	Felixlândia	sem dados	sem dados	sem dados	0,35	0,11	
	BP099		0,26	1,16	0,12	0,14	0,25	
5	BPE6	Abaeté	sem dados	0,05	0,02	0,08	0,14	
	BPE7		sem dados	0,03	0,02	0,07	0,06	
	BPE8	Três Marias	sem dados	0,13	0,02	0,05	0,04	

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

Nessa tabela é possível verificar que no mês de janeiro, os resultados de alumínio dissolvido se destacaram pelas violações acima do limite legal (0,1 mg/L) para maioria das estações de monitoramento do trecho de montante até o trecho 5 (estação BPE6 localizada no remanso da represa de Três Marias-braço do rio Paraopeba), conforme escala de cores.

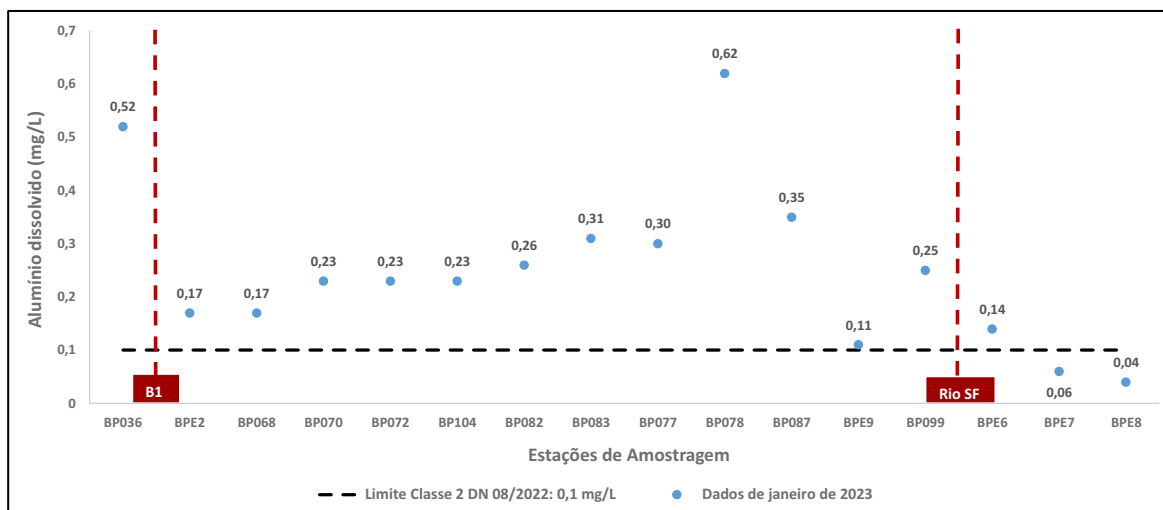
O gráfico da Figura 3 mostra os resultados de janeiro de 2023 de cada estação de monitoramento que apresentaram limite de classe acima do estabelecido pela legislação DN Copam-CERH nº 08 de 2022. Observa-se que os municípios que apresentaram violações (acima da linha tracejada preta) para o parâmetro de alumínio dissolvido correspondem a 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; BP099, BPE6).

No ribeirão Gomes (BPE9), o valor de alumínio também foi observado acima do limite de classe, no entanto não se relaciona à presença de rejeito do rompimento das barragens.

Os municípios de Abaeté (BPE7) e Três Marias (BPE8) com os pontos de monitoramento localizados no reservatório de Três Marias foram os únicos que apresentaram resultados inferiores ao preconizado pela legislação.

Os municípios que apresentaram resultados de violações mais altos foram Curvelo (0,62 mg/L - BP078) e Brumadinho (0,52 mg/L - BP036) na coleta realizada em 13 e 10 de janeiro de 2023, respectivamente. Os resultados dessas violações para o metal alumínio relacionam-se ao período de influência das chuvas na região, além de outras possíveis ações antrópicas.

Figura 3 - Resultados de Alumínio dissolvido para janeiro de 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.

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 dezembro de 2022 e janeiro 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		dezembro de 2022	janeiro de 2023	
Trecho	Pontos	Município	Máximo	Máximo	Mínimo	Resultado	Resultado	
1	montante	Brumadinho	0,028	0,015	0,005	0,009	0,020	
	BPE2		sem dados	0,069	0,005	0,013	0,012	
	BP068	Mário Campos	0,035	0,147	0,005	0,012	0,019	
	BP070	São Joaquim de Bicas	0,040	0,090	0,005	0,015	0,013	
2	BP072	Betim	0,044	0,038	0,005	0,013	0,015	
	BP104	Pará de Minas	sem dados	0,017	0,005	0,014	0,015	
	BP082	Esmeraldas	0,023	0,036	0,005	0,018	0,017	
3	BP083	Paraopeba	0,020	0,017	0,005	0,008	0,015	
	BP077		sem dados	sem dados	sem dados	0,009	0,013	
	BP078	Curvelo	0,027	0,012	0,005	0,014	0,011	
	BP087	Pompéu	sem dados	sem dados	sem dados	0,010	0,009	
4	BPE9	Felixlândia	sem dados	sem dados	sem dados	0,006	0,002	
	BP099		0,012	0,011	0,005	0,001	0,006	
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	0,001	
Limite Classe 2 DN 08/2022: 0,01 mg/L								

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		dezembro de 2022	janeiro 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	0,20	0,20
	BPE7	Abaeté	sem dados	0,20	0,20	0,20	0,20
	BPE8	Três Marias	sem dados	0,20	0,20	0,20	0,20

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

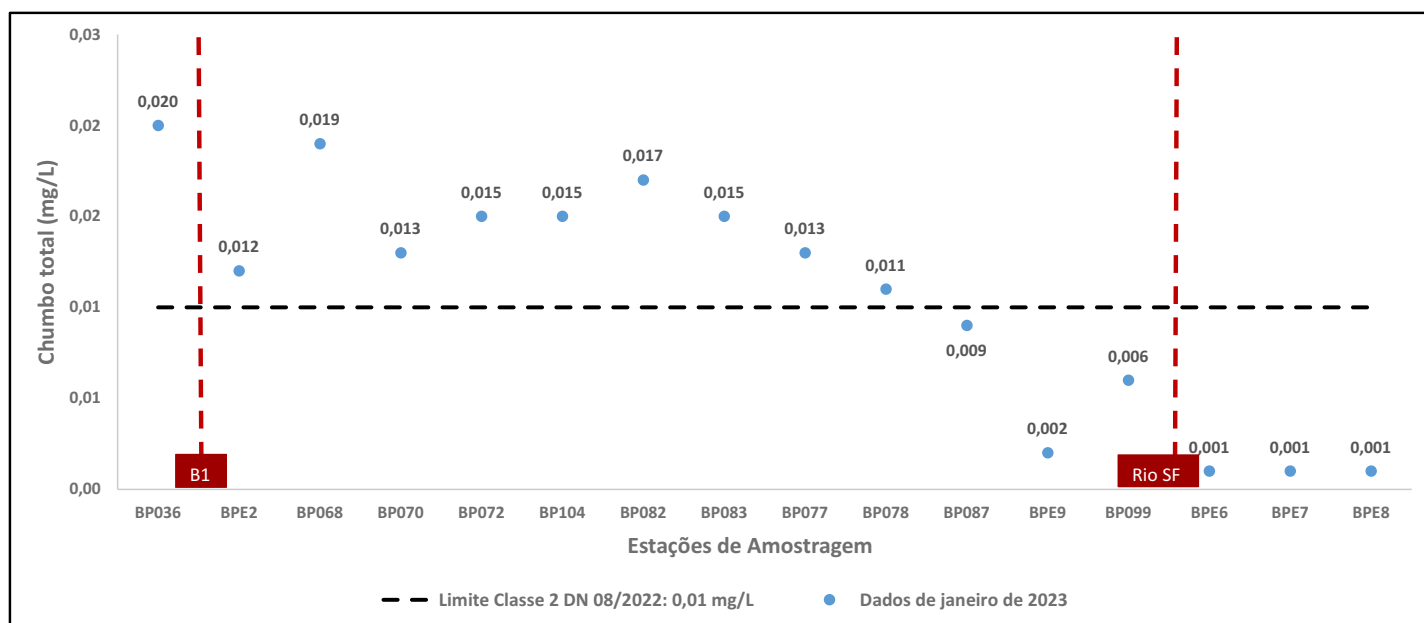
No mês de janeiro de 2023, devido ao período chuvoso, as estações localizadas do trecho à montante de Brumadinho ao trecho 3 apresentaram resultados de chumbo acima do limite (0,01 mg/L). A estação monitorada à montante (BP036), ou seja, antes do desastre, registrou valor acima ao da época do rompimento (ano de 2019), mas abaixo ao da série histórica (ano 2000 a 2018) do Igam.

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 $\mu\text{g/L}$.

O gráfico da Figura 4 mostra os resultados de chumbo total de janeiro de 2023 para cada estação de monitoramento que apresentaram valores (acima da linha tracejada preta) superiores ao estabelecido pela legislação. Essas estações correspondem aos municípios de Brumadinho (BP036, BPE2), Mário Campos (BP068), São Joaquim de Bicas (BP070), Betim (BP072), Pará de Minas (BP104), Esmeraldas (BP082), Paraopeba (BP083, BP077) e Curvelo (BP078). Os maiores valores registrados foram em Brumadinho (0,020 mg/L) e Mário Campos (0,019 mg/L), na amostragem do dia 10 de janeiro.

Os pontos monitorados em Pompéu (BP087), Felixlândia (BPE9 – ribeirão dos Gomes; BP099 – após UHE Retiro Baixo) e no reservatório de Três Marias (BPE6- Felixlândia; BPE7 – Abaeté; BPE8 - Três Marias) não registraram violações para esse parâmetro.

Figura 4 - Resultados de Chumbo total para janeiro de 2023



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 dezembro de 2022 e janeiro de 2023.

Quadro 5 - Resultados de Turbidez (NTU)

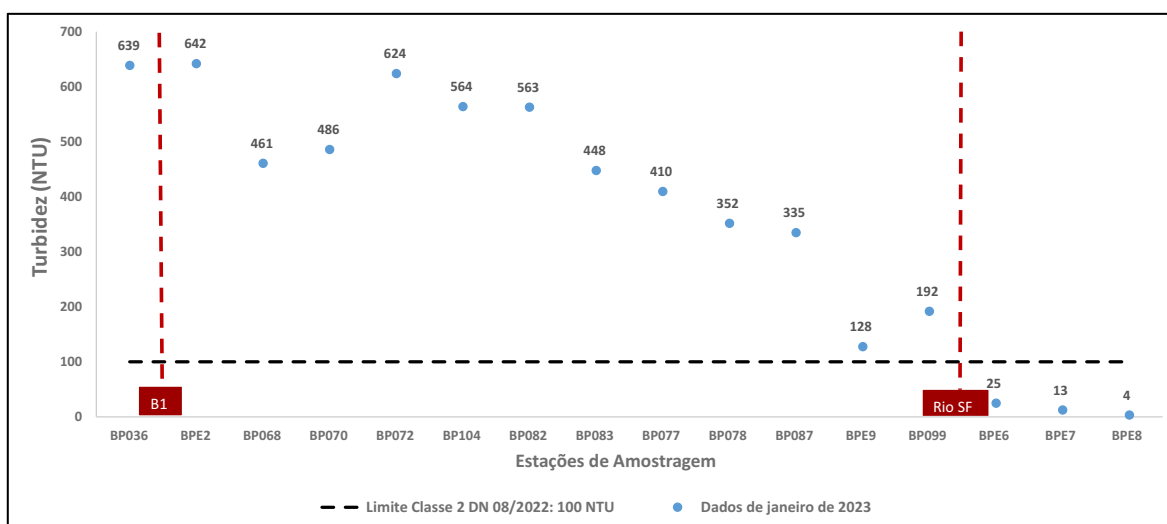
Turbidez (NTU)						Igam, 2023	
Estação			2000-2018 (Série Hist.)	Série emergencial até 60 dias após rompimento em 2019		dezembro de 2022	janeiro de 2023
Trecho	Pontos	Município	Máximo	Máximo	Mínimo	Resultado	Resultado
1	montante	BP036	609	439	34	1018	639
		BPE2	sem dados	30240	407	747	642
		BP068	596	34500	40	775	461
		BP070	1856	18588	44	507	486
2		BP072	1268	17148	23	592	624
		BP104	sem dados	8468	97	550	564
		BP082	1010	4854	13	633	563
3		BP083	775	1545	12	462	448
		BP077	sem dados	sem dados	sem dados	414	410
		BP078	766	818	11	541	352
		BP087	sem dados	sem dados	sem dados	442	335
4		BPE9	sem dados	sem dados	sem dados	581	128
		BP099	546	1140	6	77	192
5		BPE6	sem dados	12	3	11	25
		BPE7	sem dados	4	4	7	13
		BPE8	sem dados	7	3	8	4
Limite Classe 2 DN 08/2022: 100 NTU							

Em janeiro, a maioria dos resultados de turbidez ultrapassaram o limite legal (100 NTU), estabelecido para Classe 2 pela Deliberação Normativa Conjunta Copam/CERH-MG nº 08/2022, do trecho de montante ao trecho 4 (após a UHE Retiro Baixo). A turbidez no rio Paraopeba apresentou resultados mais altos, devido às maiores vazões do rio e às chuvas em suas cabeceiras, que proporcionam ressuspensão de partículas já sedimentadas, causando a elevação da turbidez.

O gráfico da Figura 5 mostra os resultados de turbidez para cada estação de monitoramento que apresentaram valores (acima da linha tracejada preta) superiores ao estabelecido pela legislação. Os maiores valores registrados foram no município de Brumadinho (BP036 e BPE2), com turbidez elevada de 639 NTU e 642 NTU, respectivamente, para o período de amostragem realizado no dia 10 de janeiro de 2023.

As estações monitoradas no reservatório de Três Marias (BPE6, BPE7, BPE8) não registraram violações para turbidez.

Figura 5 - Resultados de Turbidez para janeiro de 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 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 dezembro de 2022 e janeiro 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		dezembro de 2022	janeiro de 2023
Trecho	Pontos	Município	Máximo	Máximo	Mínimo	Resultado	Resultado
montante	BP036	Brumadinho	1,392	1,172	0,023	1,621	1,617
	BPE2		sem dados	19,060	0,038	1,128	0,829
1	BP068	Mário Campos	1,690	46,270	0,138	1,017	1,847
	BP070	São Joaquim de Bicas	1,540	24,771	0,230	0,969	1,387
2	BP072	Betim	1,727	10,305	0,147	0,999	1,702
	BP104	Pará de Minas	sem dados	4,904	0,248	0,847	1,307
	BP082	Esmeraldas	1,139	7,446	0,063	0,962	1,772
3	BP083	Paraopeba	0,882	3,907	0,019	0,528	0,896
	BP077		sem dados	sem dados	sem dados	0,602	0,809
	BP078	Curvelo	1,299	1,754	0,016	1,006	0,765
	BP087	Pompéu	sem dados	sem dados	sem dados	0,753	0,618
4	BPE9	Felixlândia	sem dados	sem dados	sem dados	0,156	0,118
	BP099		0,716	0,420	0,018	0,046	0,317
5	BPE6	Abaeté	sem dados	0,017	0,007	0,003	0,007
	BPE7		sem dados	0,040	0,021	0,018	0,018
	BPE8	Três Marias	sem dados	0,008	0,006	0,003	0,005
Limite Classe 2 DN 08/2022: 0,1 mg/L							

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

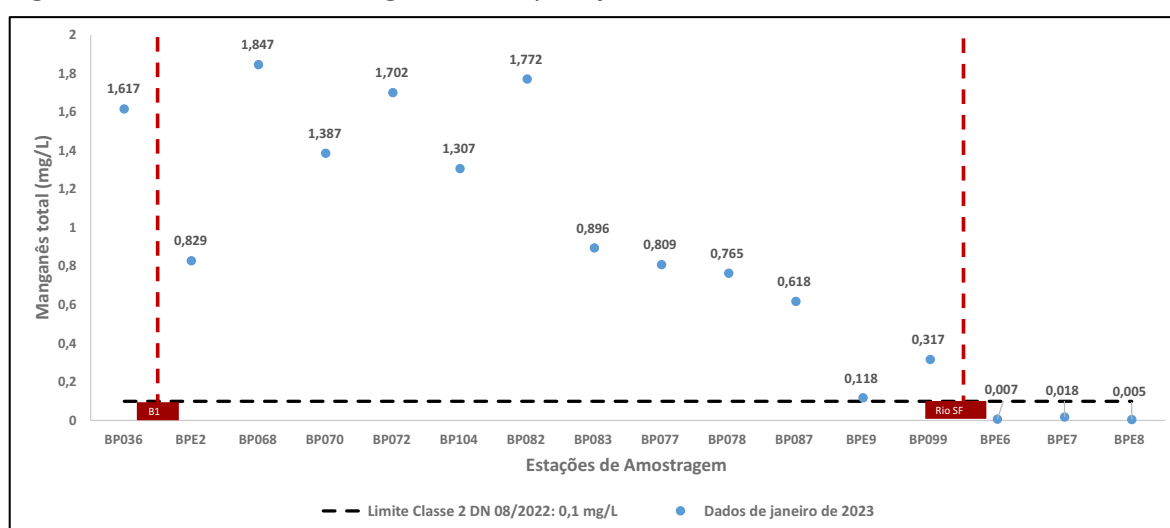
Ferro total (mg/L)							Igam, 2023
Estação			2000-2018 (Série Hist.)	Série emergencial até 60 dias após rompimento em 2019		dezembro de 2022	janeiro de 2023
Trecho	Pontos	Município	Máximo	Máximo	Mínimo	Resultado	Resultado
montante	BP036	Brumadinho	sem dados	9,22	2,14	14,53	13,75
	BPE2		sem dados	28,52	1,19	12,49	7,52
1	BP068	Mário Campos	sem dados	39,35	3,70	10,92	15,05
	BP070	São Joaquim de Bicas	sem dados	62,00	2,70	9,73	8,96
2	BP072	Betim	sem dados	22,52	1,69	10,93	10,82
	BP104	Pará de Minas	sem dados	9,67	1,19	9,94	8,64
	BP082	Esmeraldas	sem dados	17,78	1,43	11,43	11,71
3	BP083	Paraopeba	sem dados	10,92	1,80	7,14	9,06
	BP077		sem dados	sem dados	sem dados	6,79	7,87
	BP078	Curvelo	sem dados	5,62	1,73	11,36	8,35
	BP087	Pompéu	sem dados	sem dados	sem dados	8,18	6,34
4	BPE9	Felixlândia	sem dados	sem dados	sem dados	4,51	3,33
	BP099		sem dados	4,76	0,44	1,36	3,78
5	BPE6	Abaeté	sem dados	0,15	0,07	0,16	0,43
	BPE7		sem dados	0,14	0,08	0,20	0,16
	BPE8	Três Marias	sem dados	0,08	0,04	0,09	0,10
Limite Classe 2 DN 08/2022: não se aplica							

Os resultados de manganês total, no mês de janeiro de 2023, apresentaram valores superiores ao limite legal de 0,1 mg/L preconizado pela legislação, do trecho à montante do rompimento das barragens ao trecho 4 (após a UHE Retiro Baixo). O mesmo comportamento de valores altos identificados nos trechos foi observado para ferro total, porém a legislação não estabelece limite de classe para esse parâmetro. Tanto para manganês total e ferro total registraram na estação (BP036) valores acima ao da época do rompimento (ano de 2019). 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.

O gráfico da Figura 6 mostra os resultados de manganês total para cada estação de monitoramento que apresentaram valores (acima da linha tracejada preta) superiores ao estabelecido pela legislação. Foram registradas violações para todas as estações, exceto as estações monitoradas no reservatório de Três Marias (BPE6, BPE7, BPE8). O valor de manganês total mais altos foi identificado no município de Mário de Campos (BP068 – 1,847mg/L), na coleta realizada em 10 de janeiro de 2023.

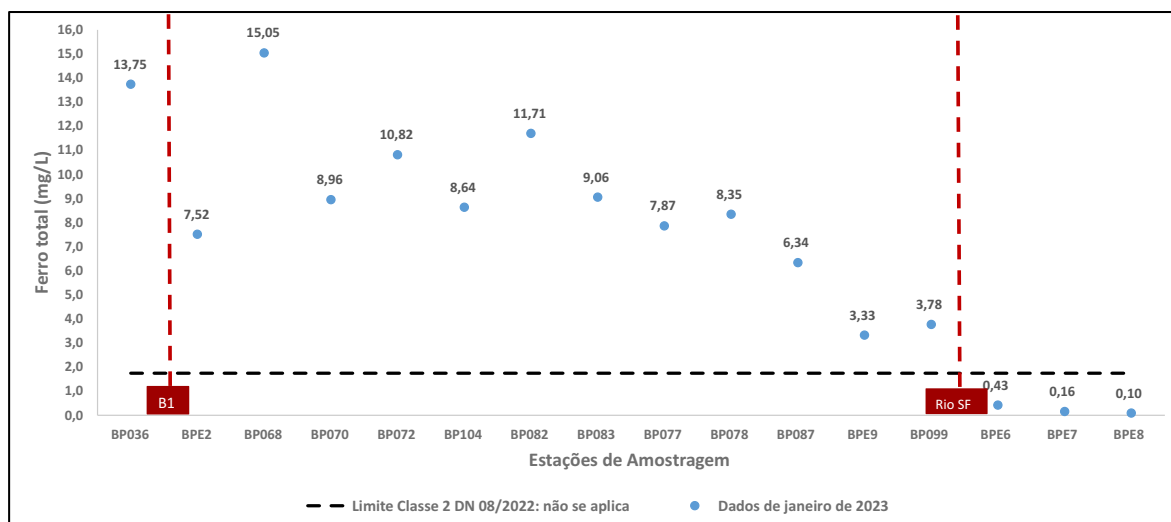
Figura 6 - Resultados de Manganês total para janeiro de 2023



O gráfico da Figura 7 mostra os resultados de ferro total para cada estação de monitoramento que apresentaram valores elevados (acima da linha tracejada preta) com base no limite 1,75 mg/L, exemplificado anteriormente. Observa-se que os resultados de ferro total acima da linha tracejada foram registrados do trecho à montante de Brumadinho (BP036) até depois a UHE Retiro Baixo (BP099), o mesmo observado para o parâmetro de manganês total. Não houve registros mais altos para os pontos monitorados no reservatório de Três Marias (BPE6, BPE7, BPE8). O valor de ferro total mais elevado foi identificado também no município de Mário de Campos (BP068 – 15,05 mg/L), na amostragem do dia 10 de janeiro de 2023.

Esses resultados apontam que a influência das chuvas no período da amostragem contribuiu para o revolvimento do rejeito no leito do rio e o aumento do escoamento superficial da bacia de drenagem, bem como impactos de outras atividades antrópicas na região a montante.

Figura 7 -Resultados de Ferro total para janeiro de 2023



Ferro dissolvido

O Quadro 8 apresenta as estações (trechos e municípios) correspondentes aos valores máximos de ferro dissolvido, obtidos para cada ponto de monitoramento na série histórica antes do rompimento (ano de 2000 a 2018), os valores de máximo e mínimo obtidos nos primeiros 60 dias após o rompimento (ano de 2019) e os valores obtidos nos meses de dezembro de 2022 e janeiro de 2023.

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

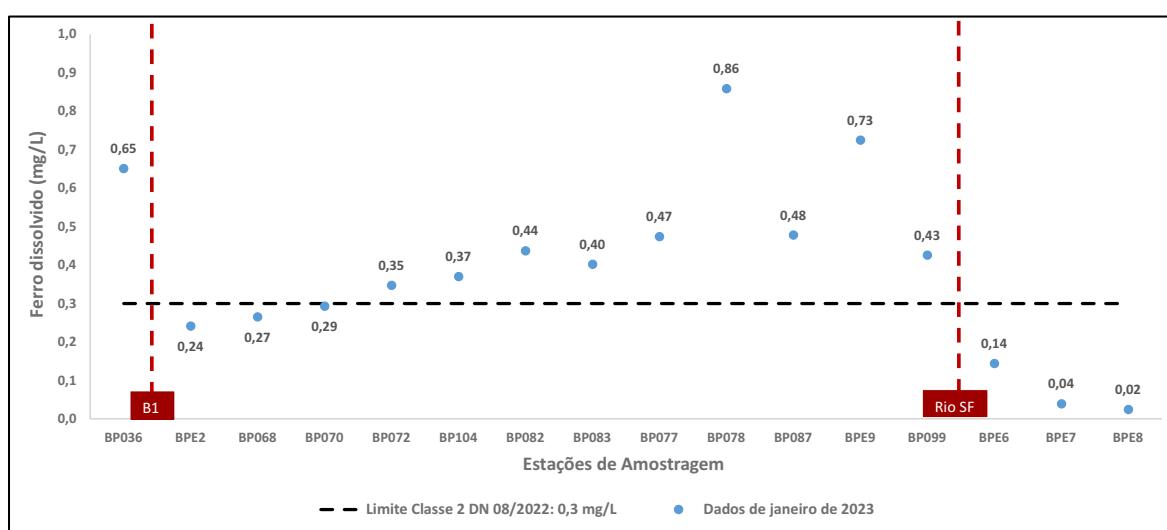
Ferro dissolvido (mg/L)							Igam, 2023
Estação			2000-2018 (Série Hist.)	Série emergencial até 60 dias após rompimento em 2019		dezembro de 2022	janeiro de 2023
Trecho	Pontos	Município	Máximo	Máximo	Mínimo	Resultado	Resultado
1	montante	Brumadinho	0,98	1,22	0,20	0,31	0,65
	BPE2		sem dados	1,11	0,03	0,31	0,24
	BP068	Mário Campos	0,97	1,24	0,03	0,30	0,27
	BP070	São Joaquim de Bicas	1,57	1,16	0,03	0,30	0,29
2	BP072	Betim	0,77	1,27	0,06	0,71	0,35
	BP104	Pará de Minas	sem dados	1,36	0,15	0,28	0,37
	BP082	Esmeraldas	0,99	1,27	0,07	0,28	0,44
3	BP083	Paraopeba	0,56	1,42	0,11	0,69	0,40
	BP077		sem dados	sem dados	sem dados	0,18	0,47
	BP078	Curvelo	1,19	1,82	0,15	0,32	0,86
	BP087	Pompéu	sem dados	sem dados	sem dados	0,29	0,48
4	BPE9	Felixlândia	sem dados	sem dados	sem dados	0,36	0,73
	BP099		0,44	1,14	0,12	0,14	0,43
5	BPE6	Abaeté	sem dados	0,03	0,03	0,04	0,14
	BPE7		sem dados	0,03	0,03	0,04	0,04
	BPE8	Três Marias	sem dados	0,07	0,03	0,03	0,02

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

No mês de janeiro de 2023, os resultados de ferro dissolvido acima do limite legal (0,3 mg/L) foram registrados no trecho à montante do rompimento das barragens e no trecho 2 ao 4 (após a UHE Retiro Baixo).

O gráfico da Figura 8 mostra os resultados de ferro dissolvido para cada estação de monitoramento que apresentaram valores (acima da linha tracejada preta) superiores ao estabelecido pela legislação. Os valores acima do limite legal foram registrados no município de Brumadinho (BP036), Betim (BP072), Pará de Minas (BP104), Esmeraldas (BP082), Paraopeba (BP083, BP077), Curvelo (BP078), Pompéu (BP087), Felixlândia (BPE9 – ribeirão dos Gomes; BP099 – após UHE Retiro Baixo). O maior valor registrado acima do limite legal foi em Curvelo (0,86 mg/L - BP078), na coleta realizada em 13/01/2023. Os resultados mais altos indicam influência do período pluviométrico, além de possíveis atividades antrópicas na região.

Figura 8 - Resultados de Ferro dissolvido para janeiro de 2023



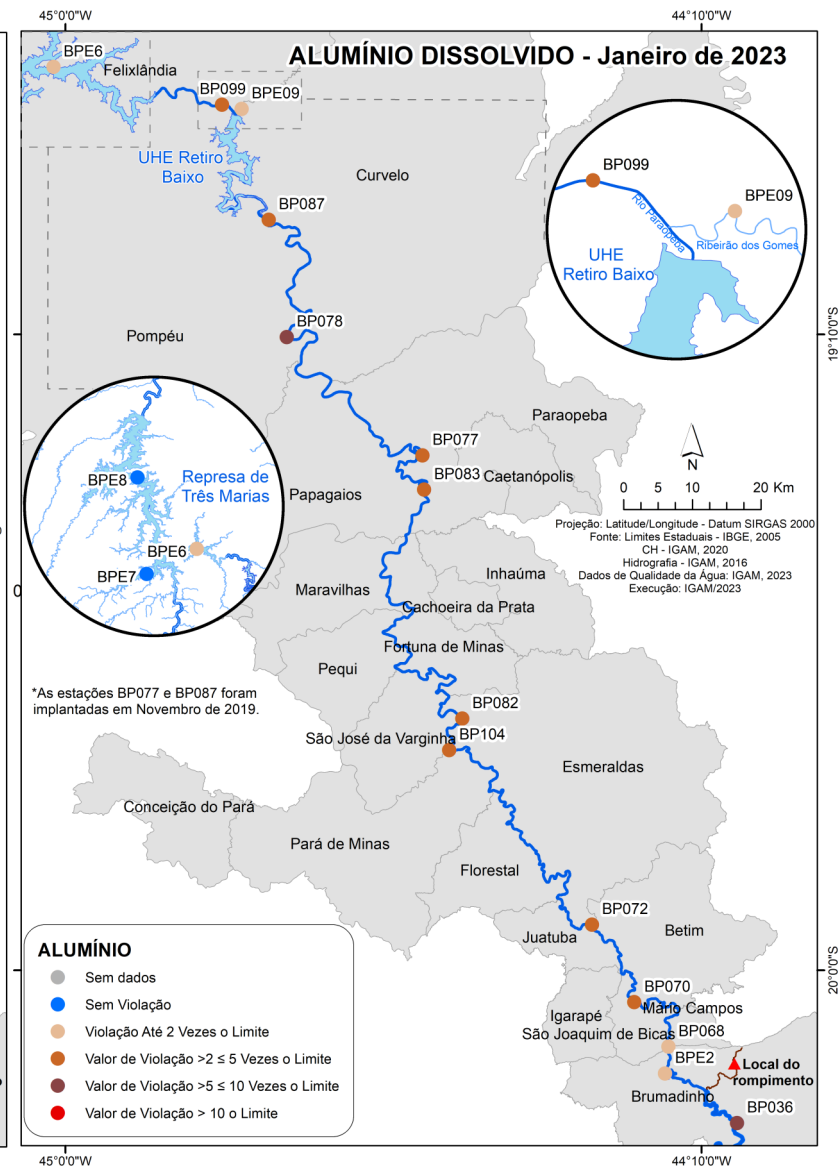
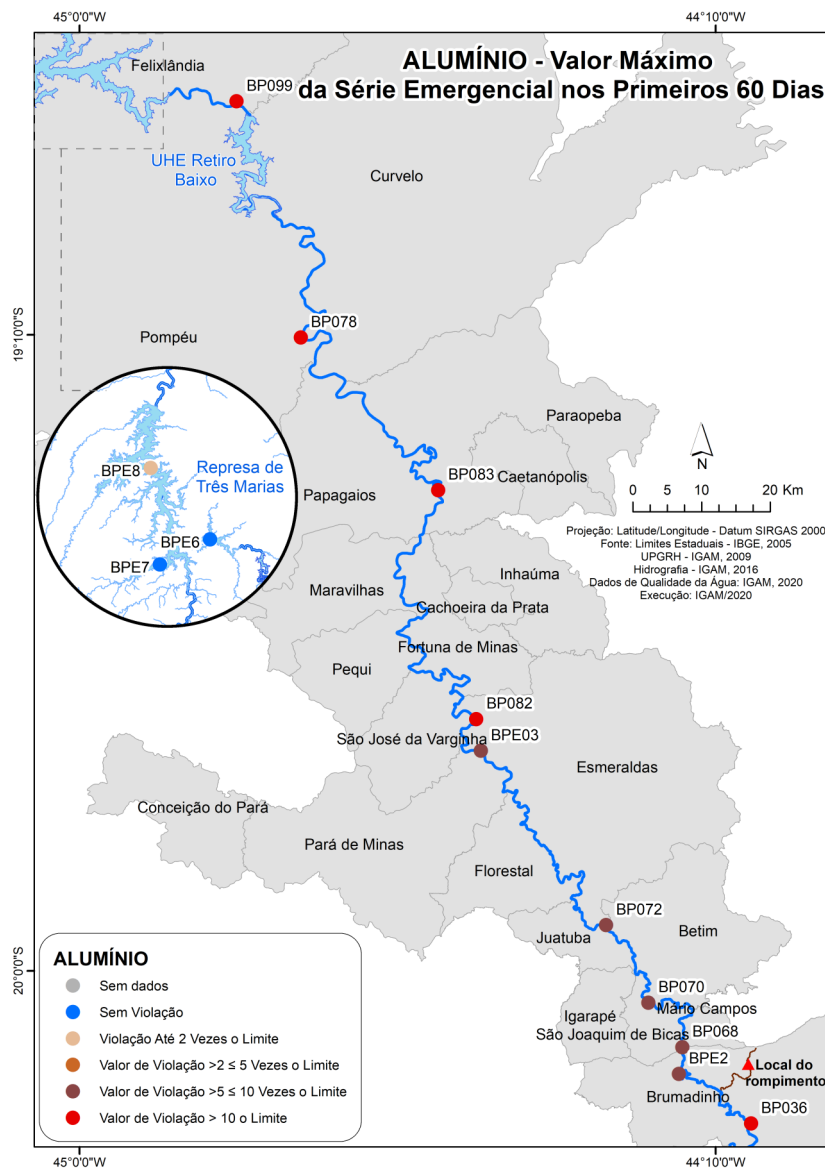
É importante mencionar que a estação BPE9 está localizada no tributário ribeirão dos Gomes com sua foz depois da UHE Retiro Baixo, portanto, não possui relação com a presença do rejeito de minério, proveniente do rompimento da barragem BI da Vale no município de Brumadinho.

Os pontos monitorados em Brumadinho (BPE2), Mário Campos (BP068), São Joaquim de Bicas (BP070) e no reservatório de Três Marias (BPE6- Felixlândia; BPE7 – Abaeté; BPE8 - Três Marias) não registraram violações para o parâmetro de ferro dissolvido.

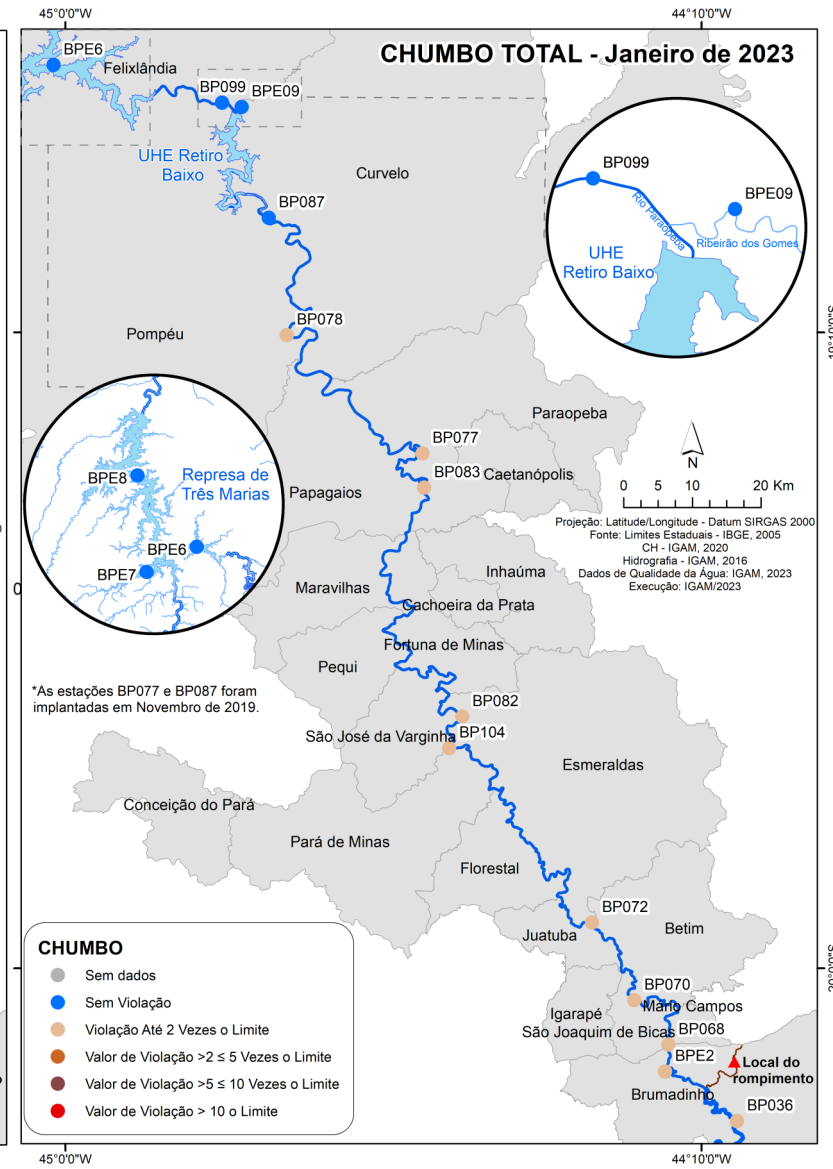
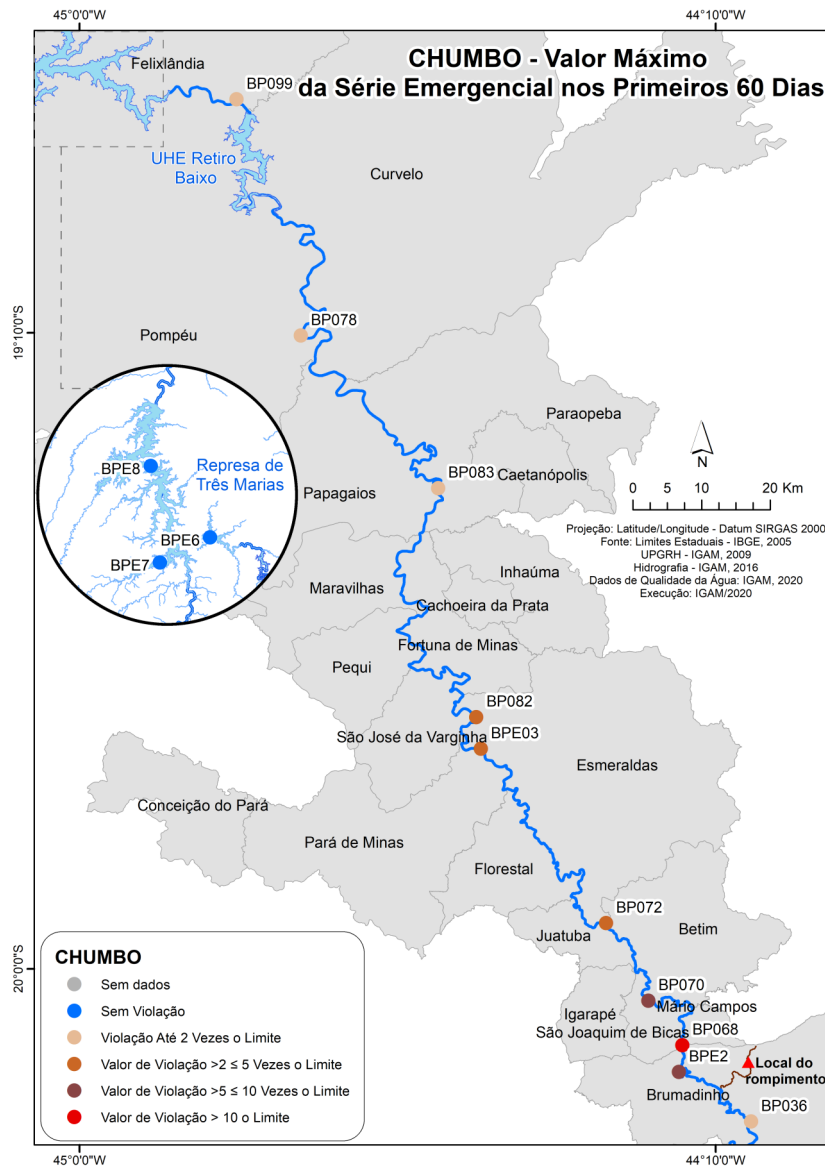
Os mapas das páginas seguintes apresentam os valores máximos, por parâmetro, em cada estação de monitoramento, nos primeiros 60 dias após o rompimento das barragens e os resultados do mês em análise (janeiro de 2023).

Ressalta-se que o ponto de monitoramento BPE3 (a montante da captação de água de Pará de Minas), encontrado nos mapas subsequentes, foi desativado devido a inacessibilidade do local. Dessa forma, foi ativado o ponto BP104 (localizado na captação de água da SAAE em Pará de Minas) que é próximo ao BPE3.

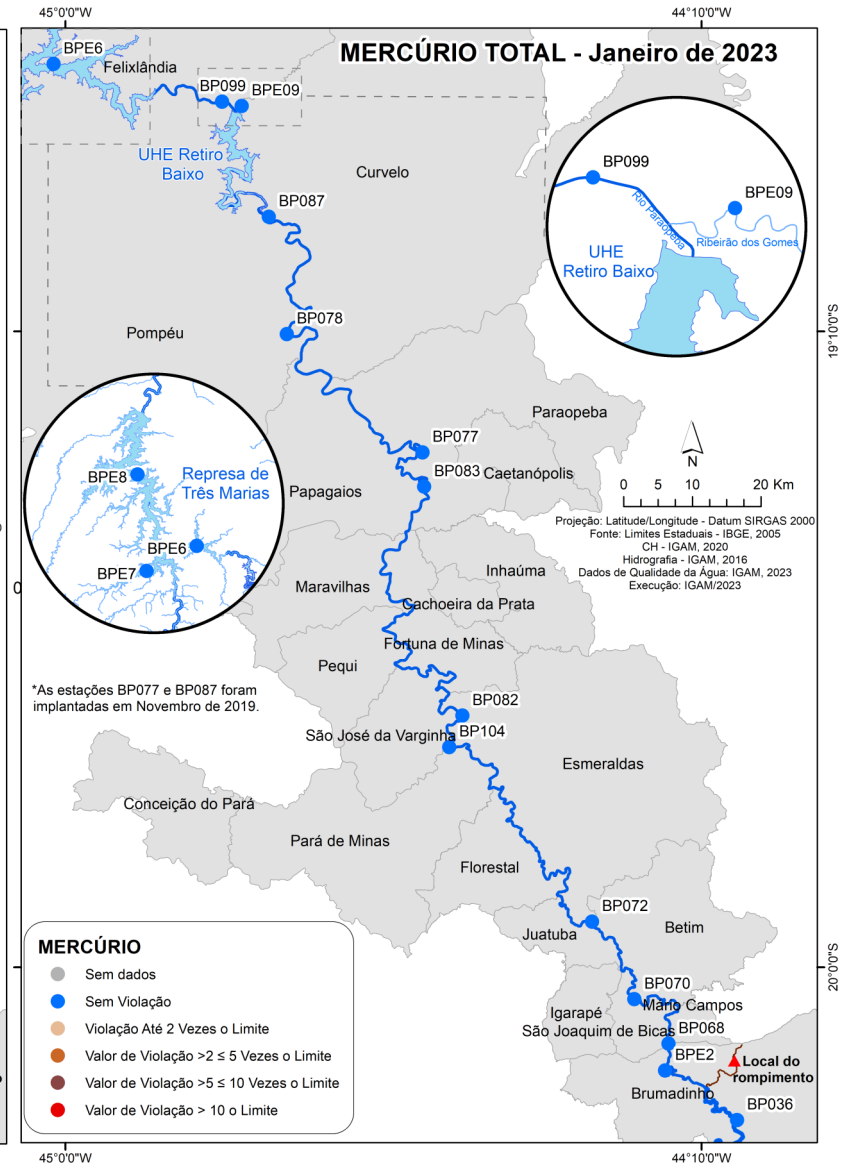
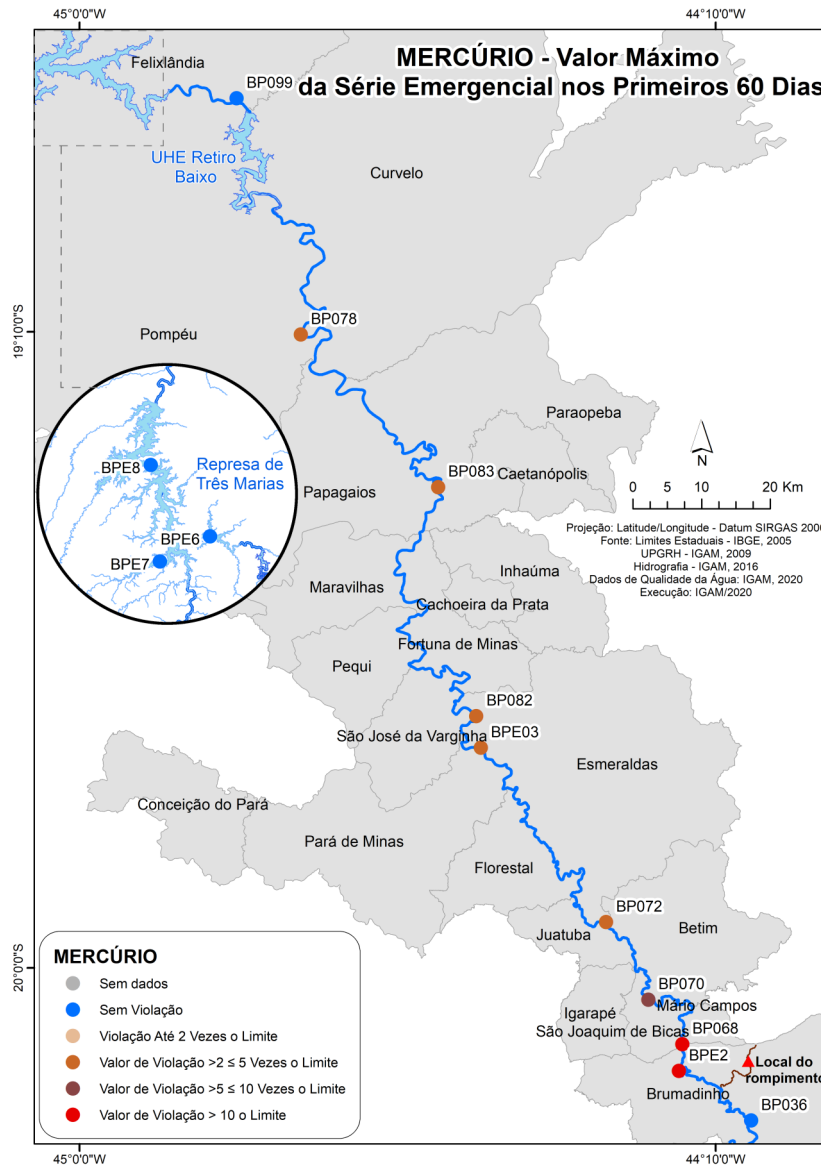
Alumínio Dissolvido

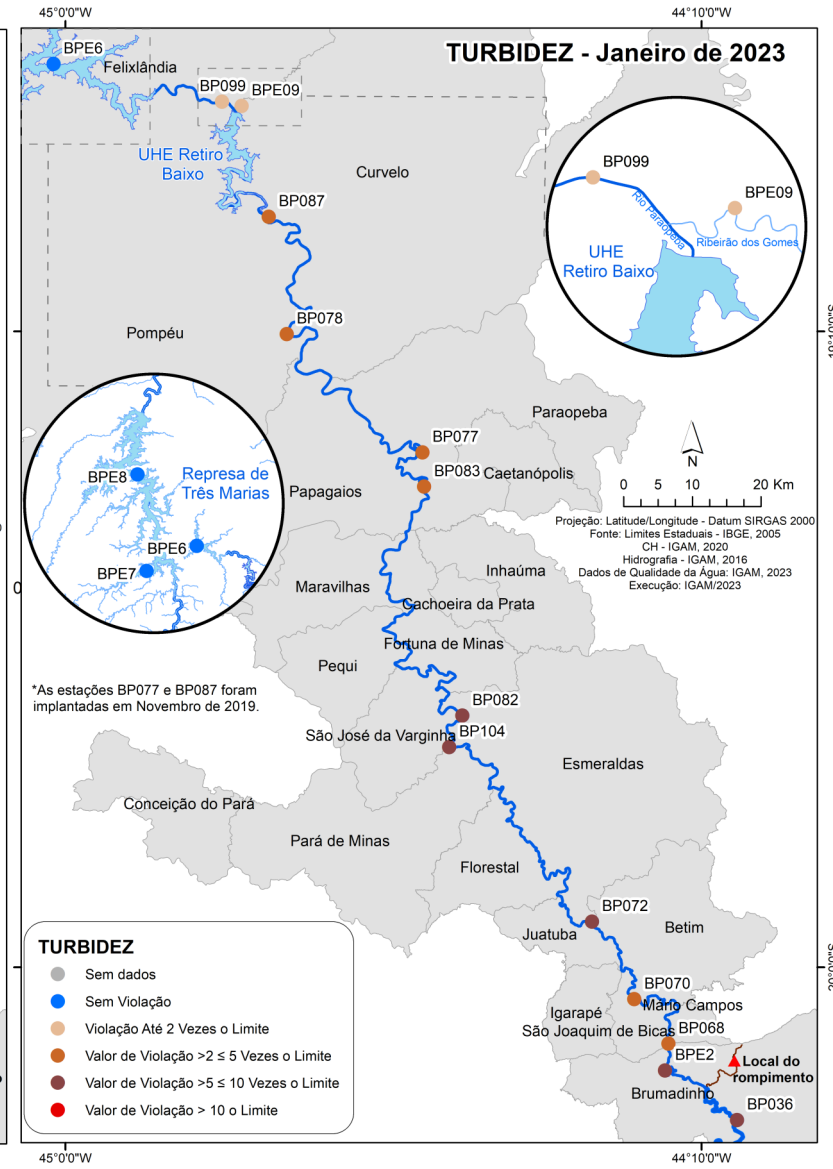
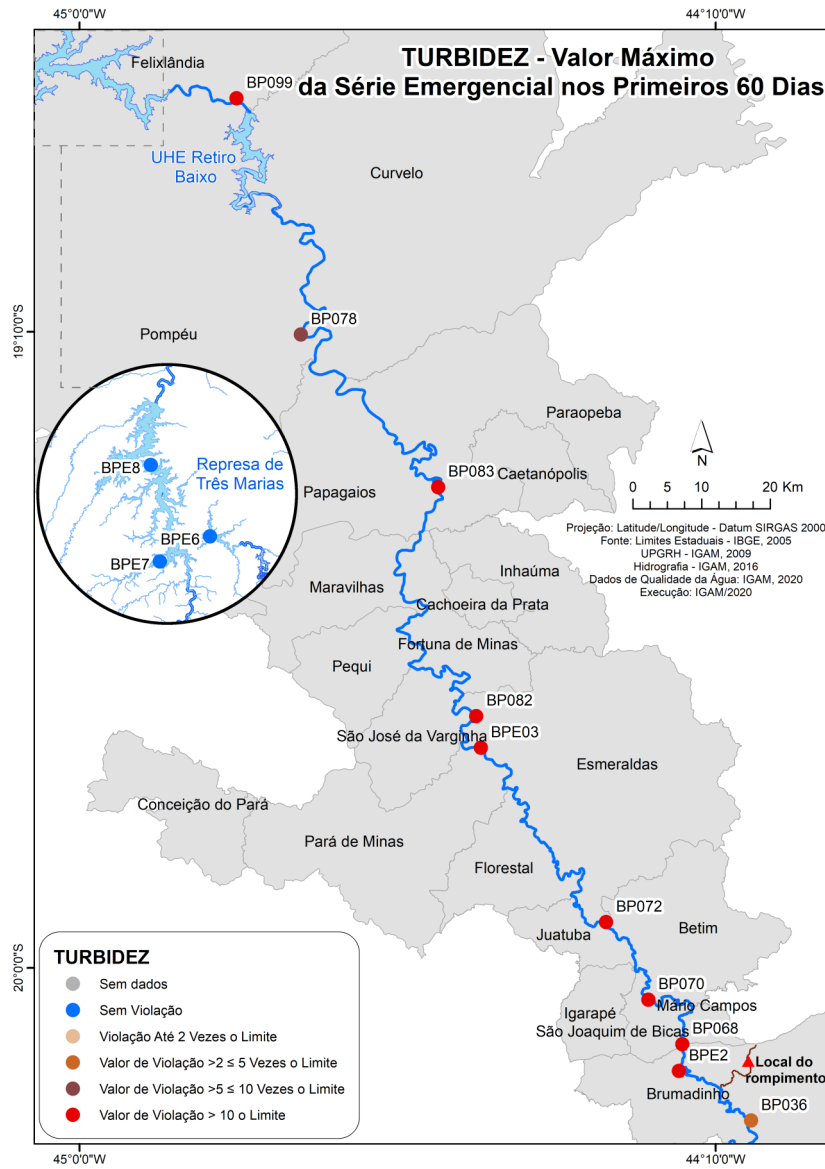


Chumbo Total

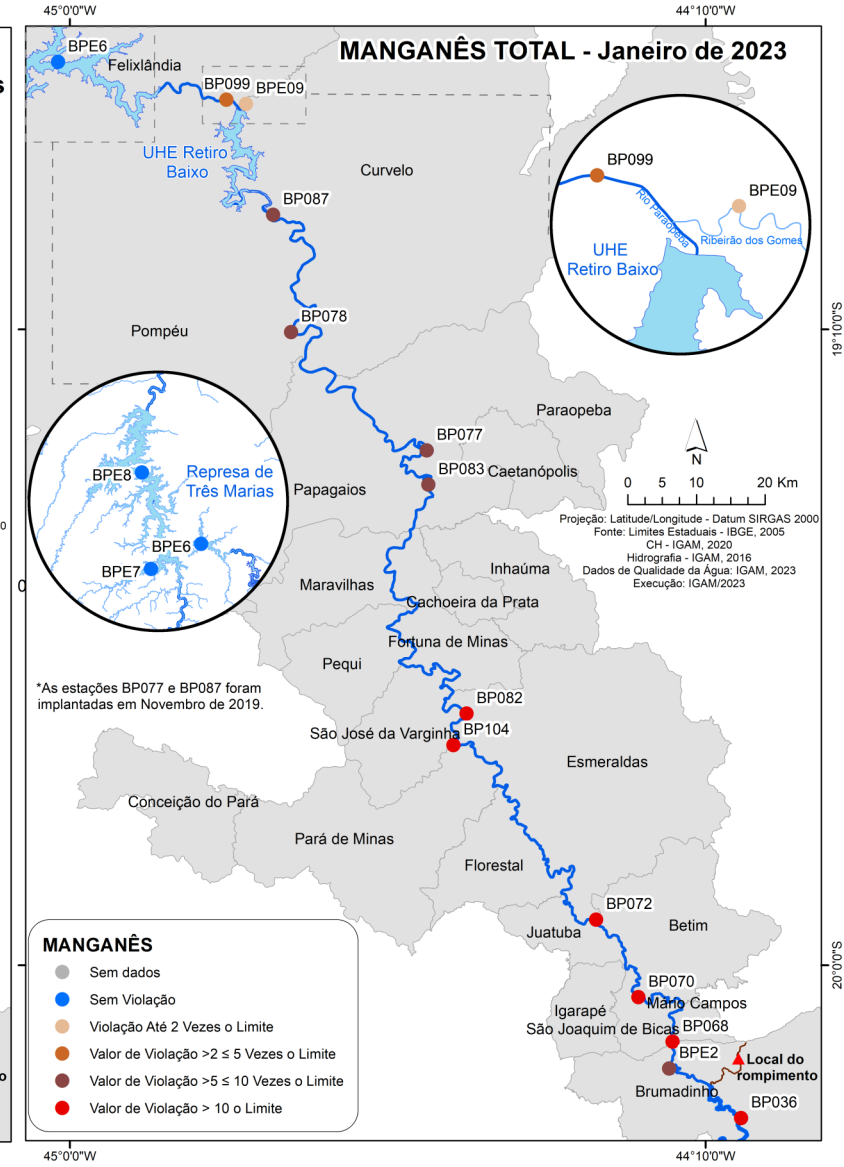
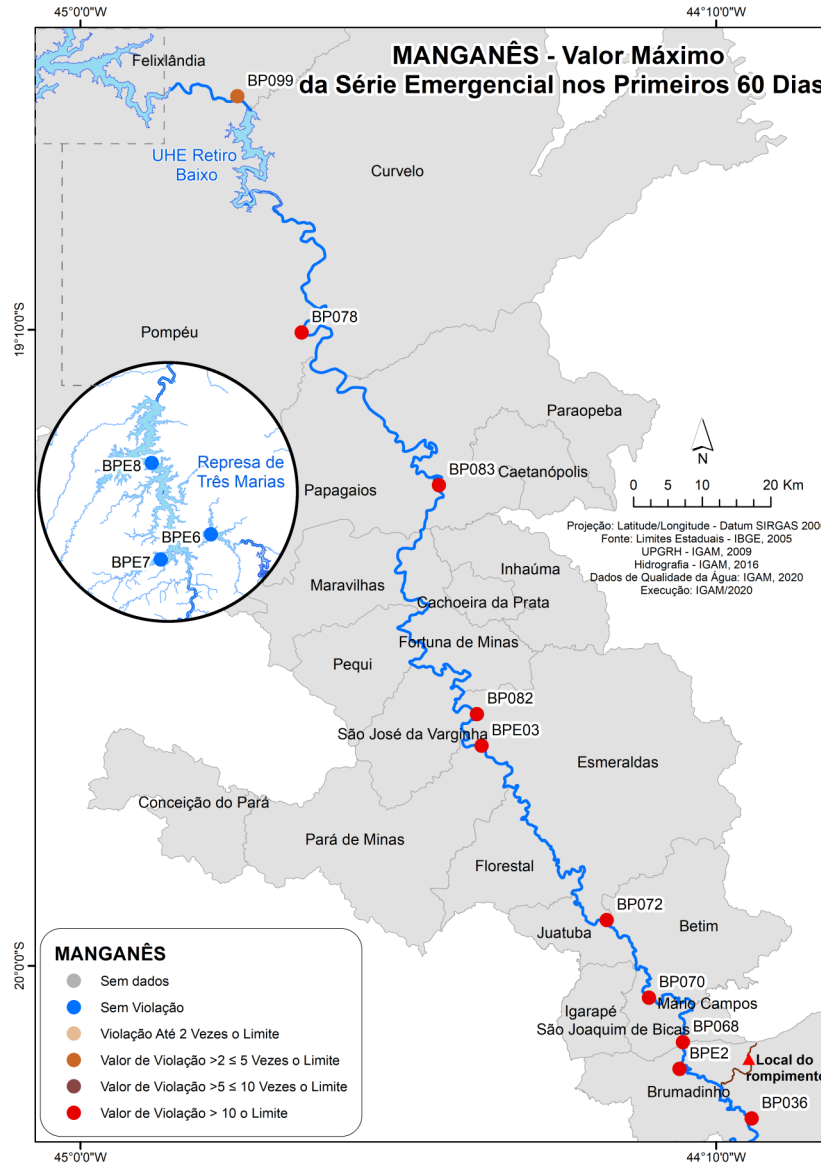


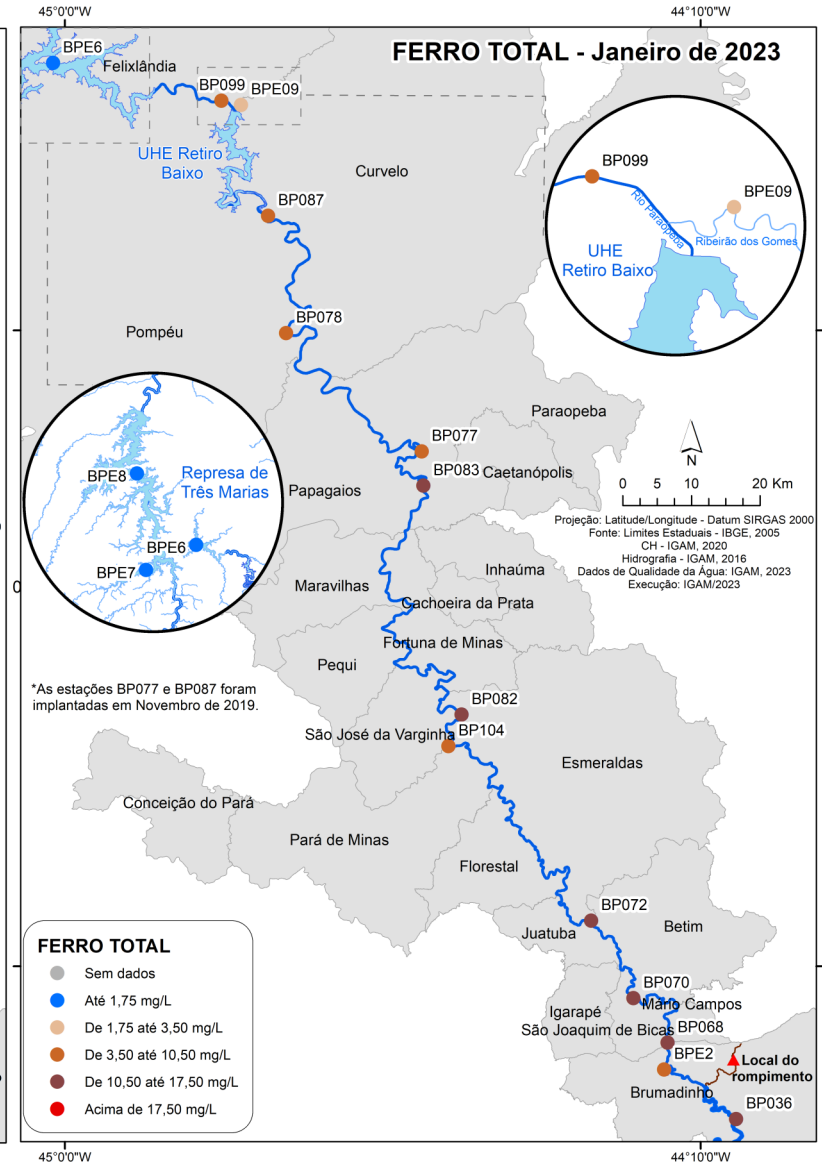
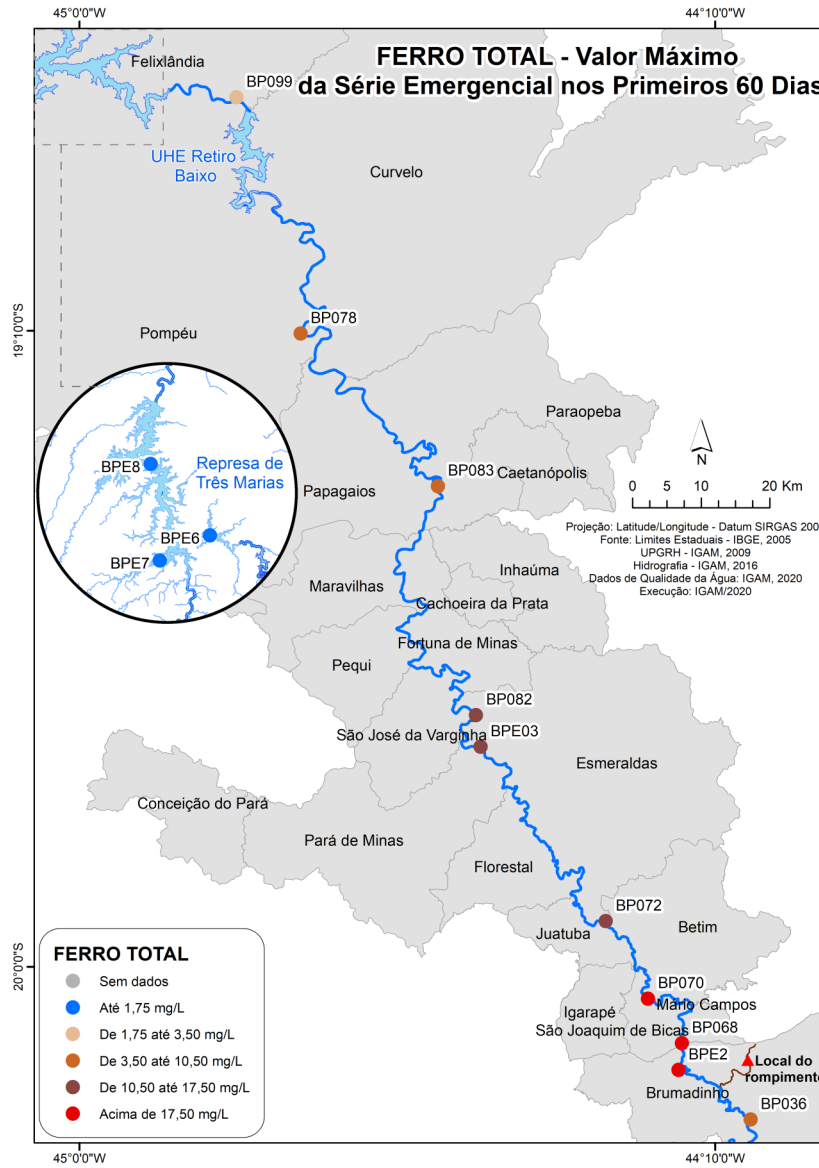
Mercúrio Total



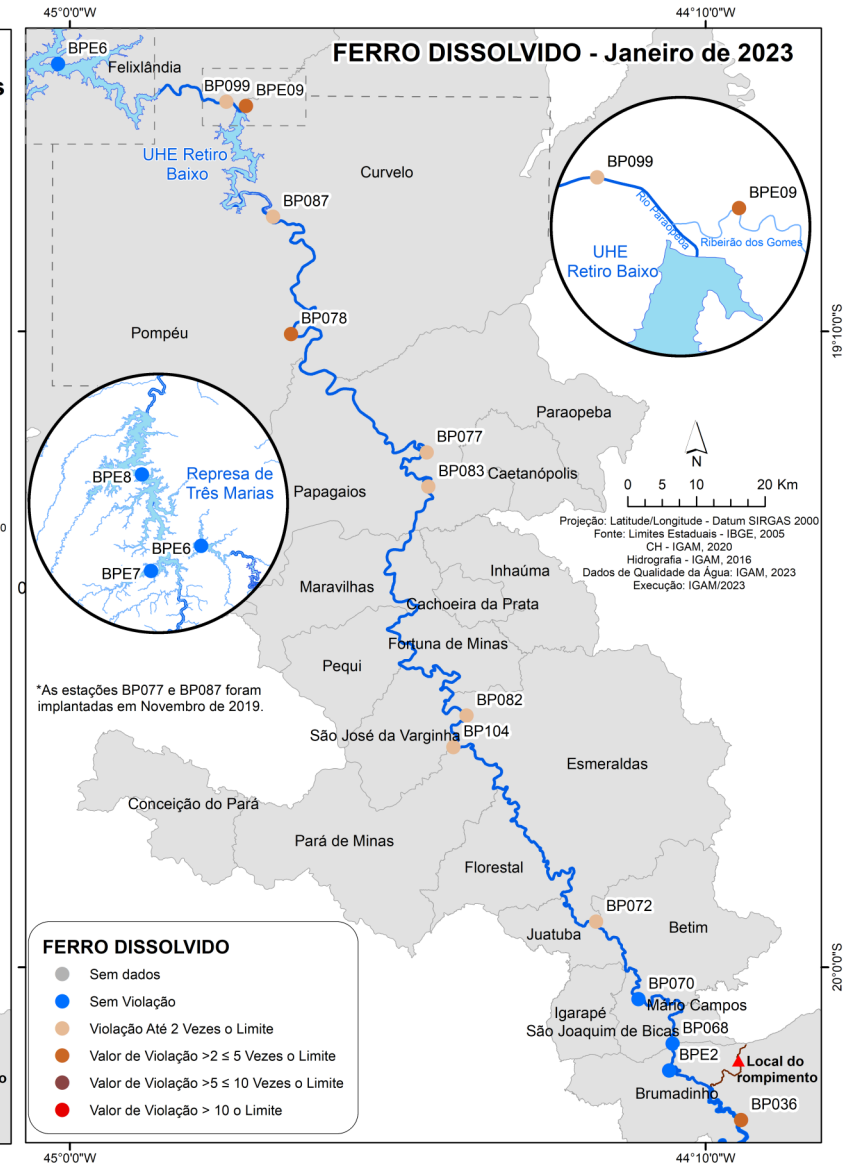
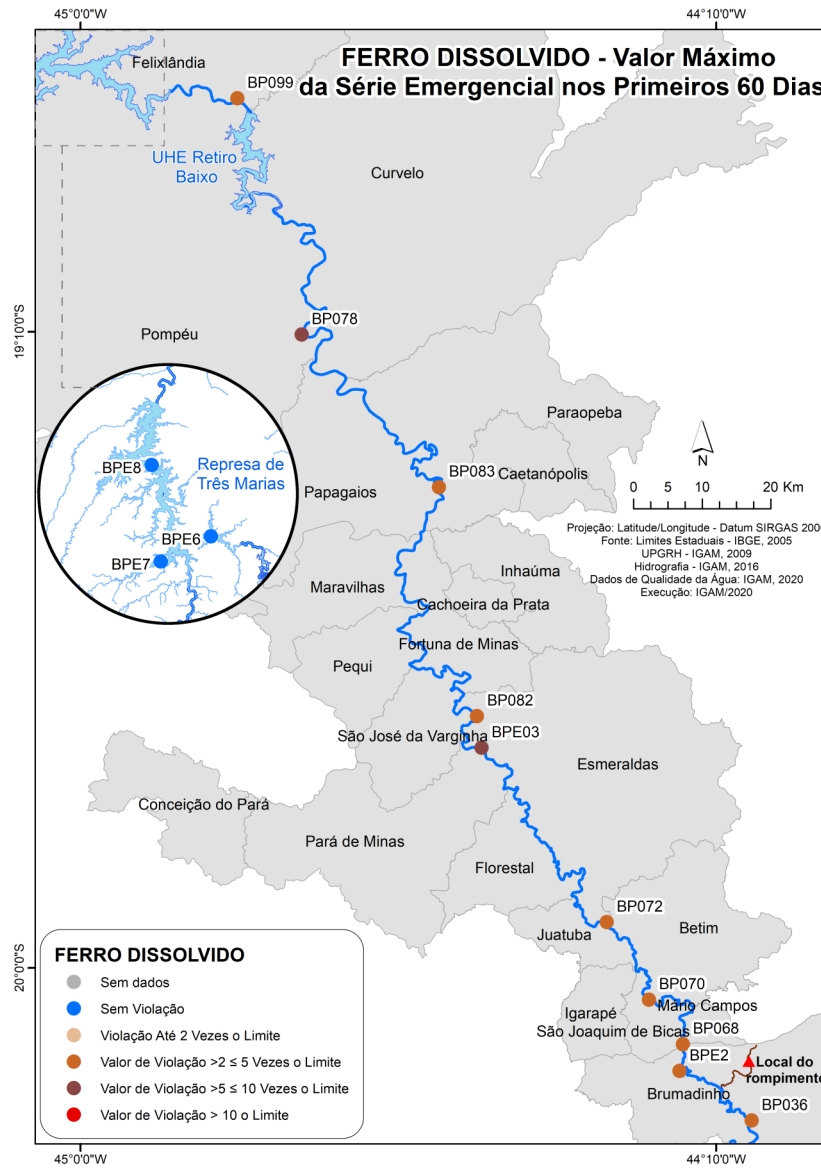


Manganês Total





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



**MINAS
GERAIS**

GOVERNO
DIFERENTE.
ESTADO
EFICIENTE.