



### Resumo da qualidade das águas nos locais monitorados ao longo do Rio Paraopeba, após o desastre na barragem 1 no complexo da Mina Córrego Feijão da Mineradora Vale/SA, município de Brumadinho - Minas Gerais

#### Apresentação

O Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam) realiza o monitoramento da qualidade das águas superficiais e de sedimentos no rio Paraopeba com o objetivo de avaliar as alterações na qualidade e o avanço do material que estava depositado na Barragem 1 ao longo do curso de água e os níveis de poluição.

As coletas e análises emergenciais tiveram início um dia após o rompimento da barragem, com o planejamento realizado em parceria com a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa), o Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e a Agência Nacional de Águas (ANA) para definição do roteiro, estruturação dos laboratórios e deslocamento das equipes de campo.

O monitoramento emergencial do Igam será realizado enquanto for necessário e a frequência do monitoramento será continuamente avaliada pelas instituições envolvidas, conforme resultados obtidos e o deslocamento da frente de rejeitos.

Neste boletim, foram considerados os dados imediatamente após o evento, 26 de fevereiro, até a última medição realizada durante o mês de novembro (02 a 28 de novembro de 2019). Para cada parâmetro foi dado destaque para os valores máximos do monitoramento realizado em novembro de 2019 bem como os valores máximos e mínimos de toda a série do monitoramento emergencial (pós desastre). Também foi apresentado o valor máximo da série histórica, considerando apenas o período do 4º trimestre, antes do desastre (monitoramento que já era realizado pelo Igam).

Para a elaboração deste Boletim foram utilizados os pontos de monitoramento localizados na calha do rio Paraopeba, no trecho atingido pelo rompimento em Brumadinho até o Reservatório de Três Marias.

#### Estações em cada trecho:

- Trecho 1: estações BPE2, BP068 e BP070
- Trecho 2: estações BP072, BPE3, BP082
- Trecho 3: estações BP083, e BP078, BP077 e BP087
- Trecho 4: estação BP099

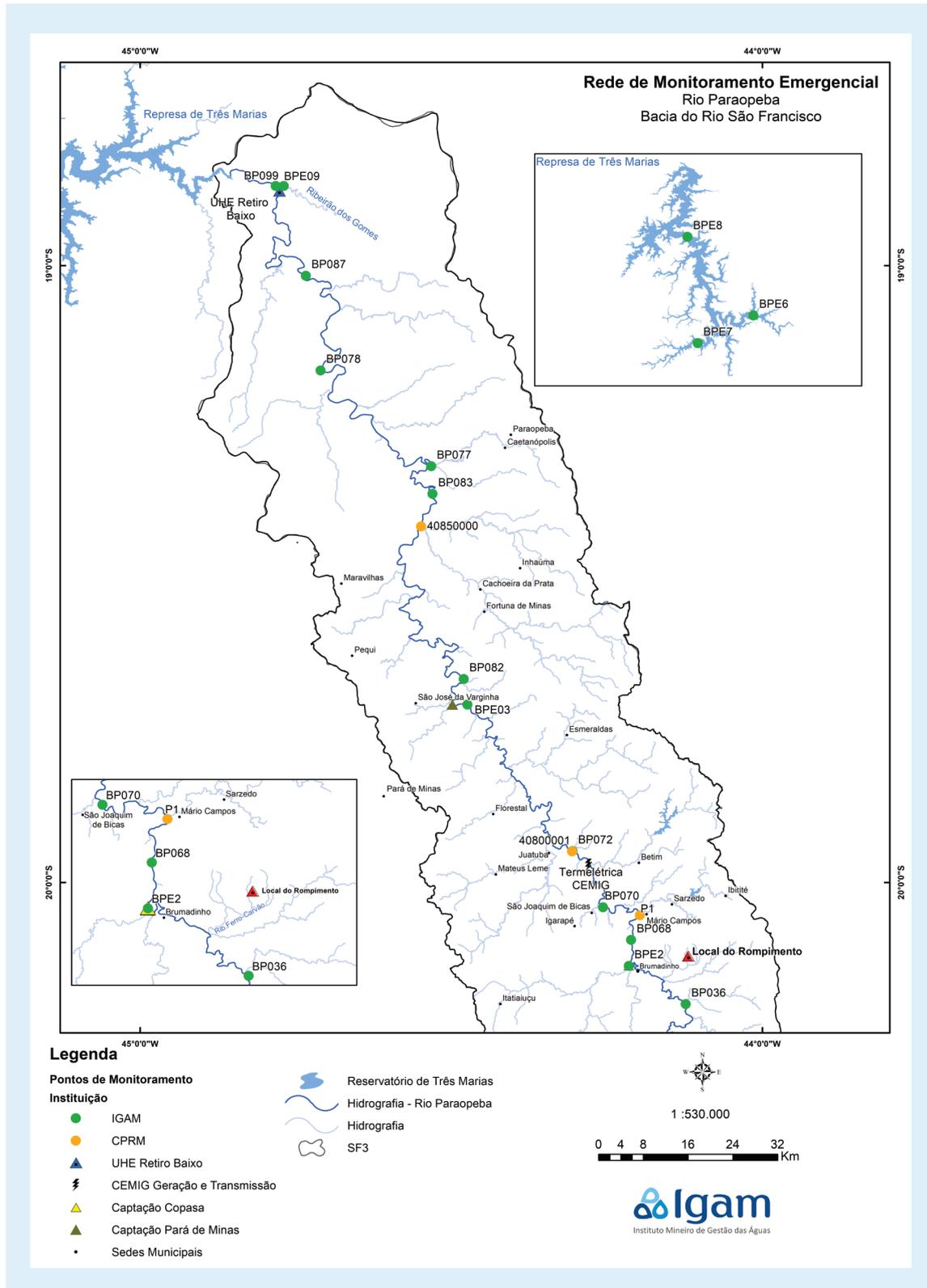
#### Parâmetros considerados neste boletim:

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

## Projeto Águas de Minas

O Igam realiza rotineiramente o monitoramento da qualidade das águas superficiais de Minas Gerais. Na calha do rio Paraopeba, o monitoramento era realizado por meio de oito estações. Após o rompimento da barragem, 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>

O mapa a seguir mostra as localizações das estações de monitoramento de qualidade da água do Igam.



O Rio Paraopeba, no trecho impactado pelo desastre ambiental decorrente do rompimento da barragem de rejeito, 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 01/2008 e da Resolução Conama nº 357/2005, que dispõem sobre a classificação dos corpos de água e dão 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 da barragem os maiores impactos sobre o ribeirão Ferro-Carvão e sobre o Rio Paraopeba ocorreram nos primeiros 40 km de extensão, distância medida desde a barragem que rompeu 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 encontrava-se com valores elevados de turbidez, ferro, manganês, alumínio e presença de metais pesados como chumbo e mercúrio.

Nas semanas seguintes foram detectadas 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 contribuíram com a remobilização do material depositado no leito do rio ou novos aportes de rejeitos no rio Paraopeba, de trechos a montante.

### Recomendação

A Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad), a Secretaria de Estado da Saúde (SES) e a Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Seapa) recomendaram que a população não fizesse uso da água bruta do Rio Paraopeba, no trecho que abrange os municípios de Brumadinho até Pompeu, para nenhuma finalidade e determinou, ainda, que a empresa responsável pela barragem suprisse a população com água em condições seguras para os mais diversos usos. Essa recomendação vigora até os dias atuais, e foi respaldada pelo monitoramento executado pelo Igam, Copasa e CPRM/ANA.

O uso da água nos trechos que estão antes do município de Brumadinho e depois da UHE Retiro Baixo, estão liberados para os mais diversos fins e não existe nenhuma restrição pelos órgãos públicos.



## Última medição - Novembro de 2019

Com relação aos últimos resultados (02 a 28 de novembro de 2019), foi verificado que os valores de turbidez estiveram acima do limite da legislação (até 3 vezes) nos trechos 1 a 3 entre os municípios de Brumadinho e Curvelo. Assim como a turbidez, os resultados de manganês total também estiveram acima do limite legal nos trechos 1 a 3. Os resultados de manganês total variaram de 1,5 a aproximadamente 14 vezes o limite estabelecido na legislação sendo o maior valor registrado no dia 18/11 na estação Bp068.

Os resultados de ferro dissolvido apresentaram valores até 3 vezes acima do limite legal sendo o maior valor registrado no dia 05/11 na estação BP072, em Betim. Os resultados de alumínio dissolvido também estiveram acima do limite legal (até 10 vezes acima) nos trechos 1 a 4 (Brumadinho até Pompéu). O maior valor de alumínio dissolvido foi registrado no dia 05/11 na estação BP072 localizada no município de Betim.

O aumento das concentrações de manganês, ferro, alumínio e da turbidez no rio Paraopeba estão relacionados com a intensificação das chuvas no mês de novembro. Ademais, o aumento das concentrações da turbidez, ferro, manganês no primeiro trecho do rio Paraopeba também podem estar relacionadas com as atividades de dragagem no trecho do rio Paraopeba na confluência com o ribeirão Ferro Carvão uma vez que o revolvimento do leito do rio juntamente com a ocorrência das chuvas ocasiona o carreamento dos rejeitos que estão acumulados no rio Paraopeba próximo a foz do ribeirão Ferro-Carvão.

Os metais cádmio e níquel total não foram mais detectados desde o mês de fevereiro e para os parâmetros chumbo e de mercúrio total não há desconformidade desde o mês de março de 2019.

Destaca-se também, que até a presente data, os resultados obtidos indicam que os rejeitos minerários oriundos do rompimento da Barragem 1 não ultrapassaram os limites do reservatório de Retiro Baixo, não atingido, dessa forma, o Reservatório de Três Marias e o Rio São Francisco.

Considerando que ainda não se tem a comprovação de ausência de risco à saúde humana e animal pela utilização da água devido (1) à deposição dos rejeitos no leito do rio Paraopeba, (2) ao possível revolvimento dos sedimentos em função das atividades de remoção do rejeito na área impactada e (3) ao aumento do escoamento no solo e da vazão do rio no próximo período chuvoso (o que poderá acarretar uma lavagem nos sedimentos do rio Paraopeba) está mantida a suspensão do uso da água bruta do Rio Paraopeba, no trecho que abrange os municípios de Brumadinho até Pompeu.

### Coors das Tabelas

Nas tabelas de resultados que serão apresentadas, a tonalidade marrom da célula indica valores mais elevados, em relação ao respectivo limite na DN Copam-CERH nº 1 de 2008, ou seja, quanto mais escuro o tom de marrom, maior o valor levando em consideração o conjunto de resultados obtidos no monitoramento emergencial.

## 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 no solo da bacia do rio Paraopeba, bem como na constituição do rejeito na sua forma total. A presença natural desse material no corpo d'água está relacionada ao carreamento do solo nos períodos chuvosos. É importante lembrar que as variações de alumínio dissolvido na bacia não foram correlacionadas diretamente com a presença do rejeito.

A tabela abaixo apresenta o valor máximo de alumínio dissolvido em cada trecho, referente ao monitoramento realizado em novembro de 2019. A tabela também apresenta os valores máximos da série histórica, considerando apenas o período do 4º trimestre (meses de outubro, novembro e dezembro), antes do desastre (monitoramento que já era realizado pelo IGAM) e máximos e mínimos de toda série do monitoramento emergencial em cada trecho.

Alumínio dissolvido (mg/L)					
Instituto Mineiro de Gestão das Águas - 2019					
Limite Classe 2 DN 1/08: 0,1 mg/L		Série Histórica chuvas 2000-2018	Série Emergencial 2019		novembro de 2019
Municípios	Trecho	Máximo	Máximo	Mínimo	Máximo
Brumadinho, Mário Campos, São Joaquim de Bicas, Betim	1	0,27	3,12	0,02	0,77
Betim, Esmeraldas, São José da Varginha	2	0,25	3,16	0,05	1,07
Papagaios, Paraopeba, Curvelo, Pompéu	3	0,19	3,16	0,06	0,16
Felixlândia, Pompéu*	4	0,13	3,32	0,03	0,12
Represa de Três Marias: Felixlândia, Abaeté e Três Marias*	5	sem dados	0,13	0,02	0,07

## Chumbo total e Mercúrio total

Os parâmetros chumbo total e mercúrio total também são utilizados para mensurar o quantitativo desses contaminantes no corpo d'água. As concentrações de chumbo total se apresentaram acima do limite de permitido pela legislação logo após o desastre. E, 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 da barragem.

Entende-se que a disponibilização desses dois contaminantes para o corpo d'água não têm relação direta com o rejeito proveniente da barragem 1, 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-desastre.

As tabelas abaixo apresentam o valor máximo de chumbo total e mercúrio total em cada trecho, referente ao monitoramento realizado em novembro de 2019. A tabela também apresenta os valores máximos da série histórica, considerando apenas o período do 4º trimestre (meses de outubro, novembro e dezembro), antes do desastre (monitoramento que já era realizado pelo IGAM) e máximos e mínimos de toda série do monitoramento emergencial em cada trecho.

Mercúrio total (µg/L)					
Limite Classe 2 DN 1/08: 0,2 µg/L		Série Histórica chuvas 2000-2018	Série Emergencial 2019		novembro de 2019
Municípios	Trecho	Máximo	Máximo	Mínimo	Máximo
Brumadinho, Mário Campos, São Joaquim de Bicas, Betim	1	0,2	4,23	0,02	0,2
Betim, Esmeraldas, São José da Varginha	2	0,2	0,823	0,02	0,2
Papagaios, Paraopeba, Curvelo, Pompéu	3	0,2	0,841	0,2	0,2
Felixlândia, Pompéu*	4	0,2	0,2	0,2	0,2
Represa de Três Marias: Felixlândia, Abaeté e Três Marias*	5	sem dados	0,2	0,2	0,2

Chumbo total (mg/L)					
Limite Classe 2 DN 1/08: 0,01 mg/L		Série Histórica chuvas 2000-2018	Série Emergencial 2019		novembro de 2019
Municípios	Trecho	Máximo	Máximo	Mínimo	Máximo
Brumadinho, Mário Campos, São Joaquim de Bicas, Betim	1	0,04	0,147	0,005	0,006
Betim, Esmeraldas, São José da Varginha	2	0,015	0,038	0,005	0,005
Papagaios, Paraopeba, Curvelo, Pompéu	3	0,009	0,017	0,005	0,005
Felixlândia, Pompéu*	4	0,005	0,011	0,005	0,005
Represa de Três Marias: Felixlândia, Abaeté e Três Marias*	5	sem dados	0,005	0,005	0,005

## Turbidez

O parâmetro turbidez é utilizado para se conhecer a quantidade de partículas que estão em suspensão na água. Essa quantidade de partículas em suspensão altera conforme o grau de preservação do solo, com a quantidade e intensidade de chuva e com o lançamento de poluentes de empresas no rio. Entretanto, com o rejeito da barragem sendo transportado para a calha do rio, esses valores ficaram muito maiores do que os valores já registrados pelo Igam em situações anteriores. Assim, fazer a análise de turbidez permite ao Igam ter um indicativo da presença do impacto decorrente do avanço dos rejeitos.

A tabela abaixo apresenta o valor máximo de turbidez em cada trecho, referente ao monitoramento realizado em novembro de 2019. A tabela também apresenta os valores máximos da série histórica, considerando apenas o período do 4º trimestre (meses de outubro, novembro e dezembro), antes do desastre (monitoramento que já era realizado pelo IGAM) e máximos e mínimos de toda série do monitoramento emergencial em cada trecho.

Turbidez (NTU)					
Limite Classe 2 DN 1/08: 100 NTU		Série Histórica chuvas 2000-2018	Série Emergencial 2019		novembro de 2019
Municípios	Trecho	Máximo	Máximo	Mínimo	Máximo
Brumadinho, Mário Campos, São Joaquim de Bicas, Betim	1	89,5	34500	6,8	317
Betim, Esmeraldas, São José da Varginha	2	97,5	17148	8	200
Papagaios, Paraopeba, Curvelo, Pompéu	3	135	1545	2,3	137
Felixlândia, Pompéu*	4	48,1	1140	1,1	6,2
Represa de Três Marias: Felixlândia, Abaeté e Três Marias*	5	sem dados	12,4	1,7	9,7

## Ferro total e Manganês total

Os metais ferro total e manganês total estão diretamente relacionados às atividades de mineração desenvolvidas na área do desastre, 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 dessas substâncias, sobretudo no período que sucedeu o rompimento da barragem 1, pode indicar a contaminação do corpo d'água pelo rejeito.

A tabela abaixo apresenta o valor máximo de ferro total em cada trecho, referente ao monitoramento realizado em novembro de 2019. A tabela também apresenta os valores máximos da série histórica, considerando apenas o período do 4º trimestre (meses de outubro, novembro e dezembro), antes do desastre (monitoramento que já era realizado pelo IGAM) e máximos e mínimos de toda série do monitoramento emergencial em cada trecho.

Ferro total (mg/L)					
Limite Classe 2 DN 1/08: não se aplica		Série Histórica chuvas 2000-2018	Série Emergencial 2019		novembro de 2019
Municípios	Trecho	Máximo	Máximo	Mínimo	Máximo
Brumadinho, Mário Campos, São Joaquim de Bicas, Betim	1	sem dados	62	0,12	5,39
Betim, Esmeraldas, São José da Varginha	2	sem dados	22,52	0,39	3,75
Papagaios, Paraopeba, Curvelo, Pompéu	3	sem dados	10,92	0,11	2,64
Felixlândia, Pompéu*	4	sem dados	4,76	0,06	0,11
Represa de Três Marias: Felixlândia, Abaeté e Três Marias*	5	sem dados	0,61	0,04	0,34

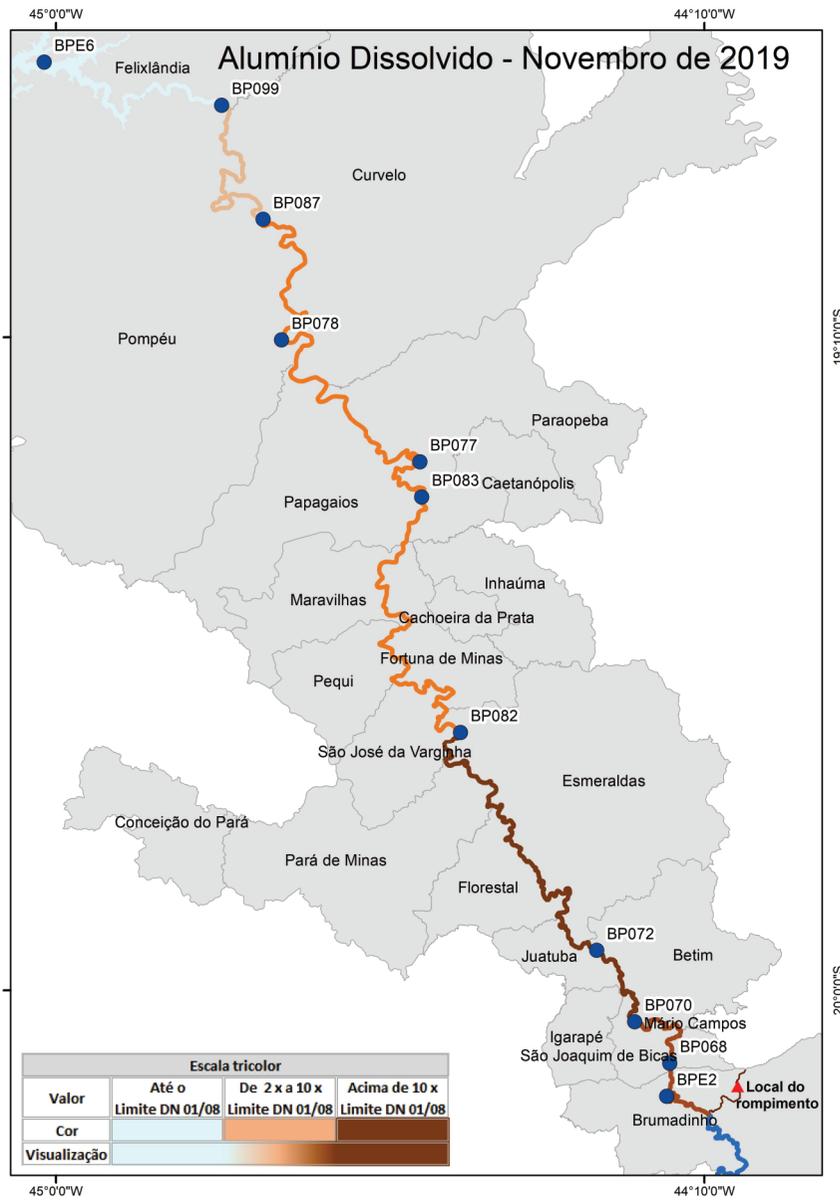
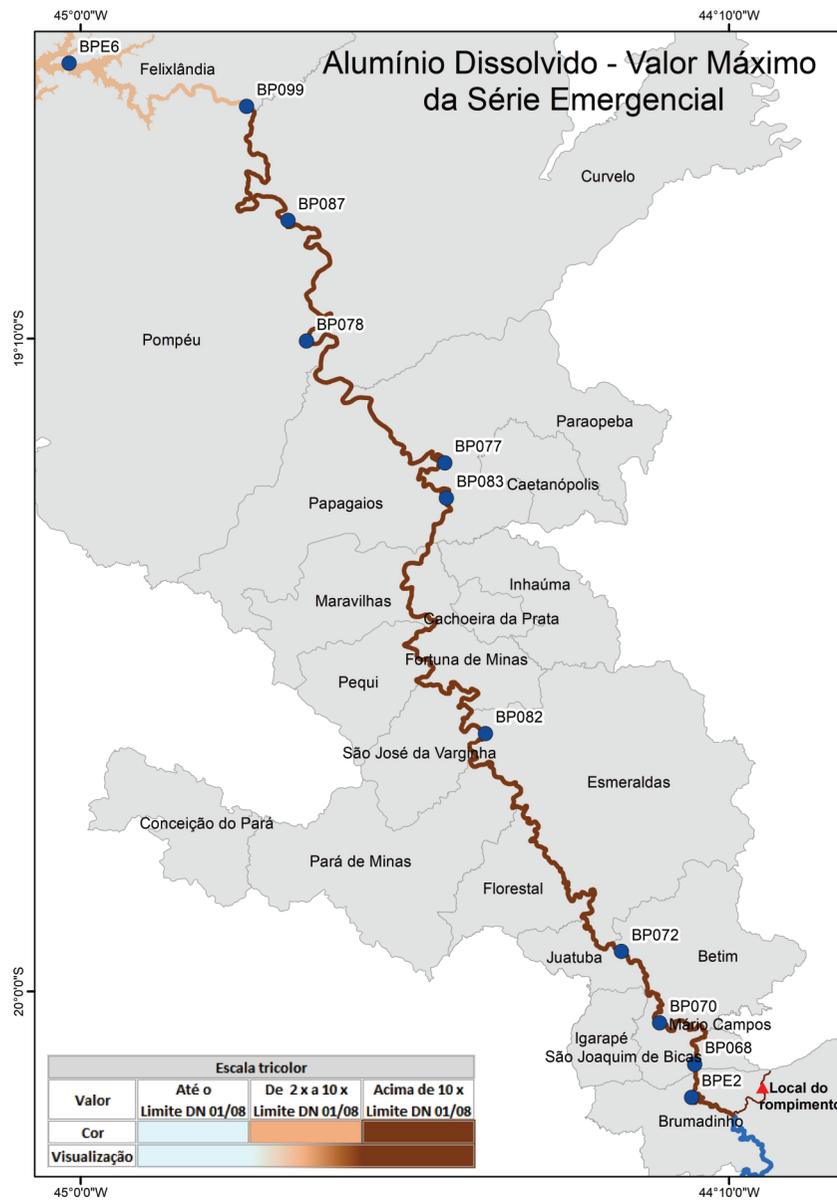
A tabela abaixo apresenta o valor máximo de manganês total em cada trecho, referente ao monitoramento realizado em novembro de 2019. A tabela também apresenta os valores máximos da série histórica, considerando apenas o período do 4º trimestre (meses de outubro, novembro e dezembro), antes do desastre (monitoramento que já era realizado pelo IGAM) e máximos e mínimos de toda série do monitoramento emergencial em cada trecho.

**Manganês total (mg/L)**

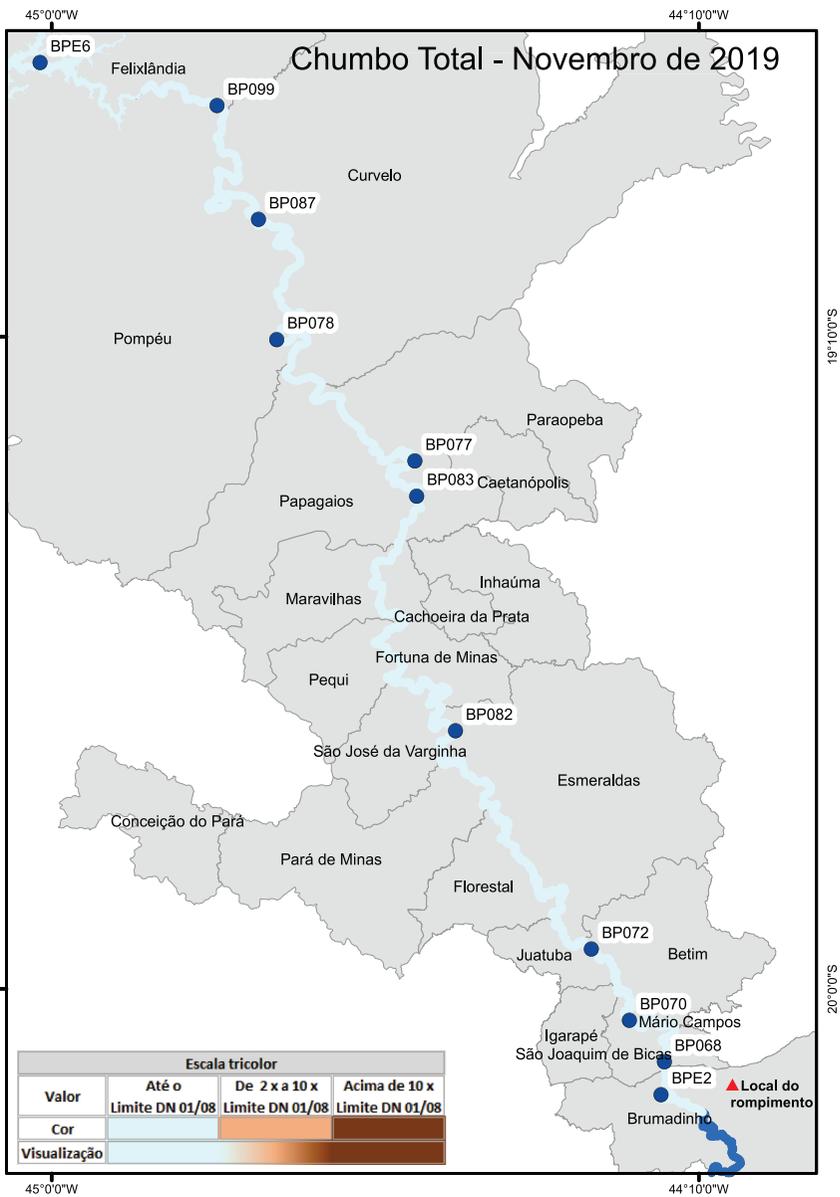
*Instituto Mineiro de Gestão das Águas - 2019*

Limite Classe 2 DN 1/08: 0,1 mg/L		Série Histórica chuvas 2000-2018	Série Emergencial 2019		novembro de 2019
Municípios	Trecho	Máximo	Máximo	Mínimo	Máximo
Brumadinho, Mário Campos, São Joaquim de Bicas, Betim	1	0,47	46,27	0,04	1,38
Betim, Esmeraldas, São José da Varginha	2	0,29	10,31	0,06	0,94
Papagaios, Paraopeba, Curvelo, Pompéu	3	0,3	3,91	0,01	0,34
Felixlândia, Pompéu*	4	0,21	3,76	0,01	0,06
Represa de Três Marias: Felixlândia, Abaeté e Três Marias*	5	sem dados	0,05	0	0,04

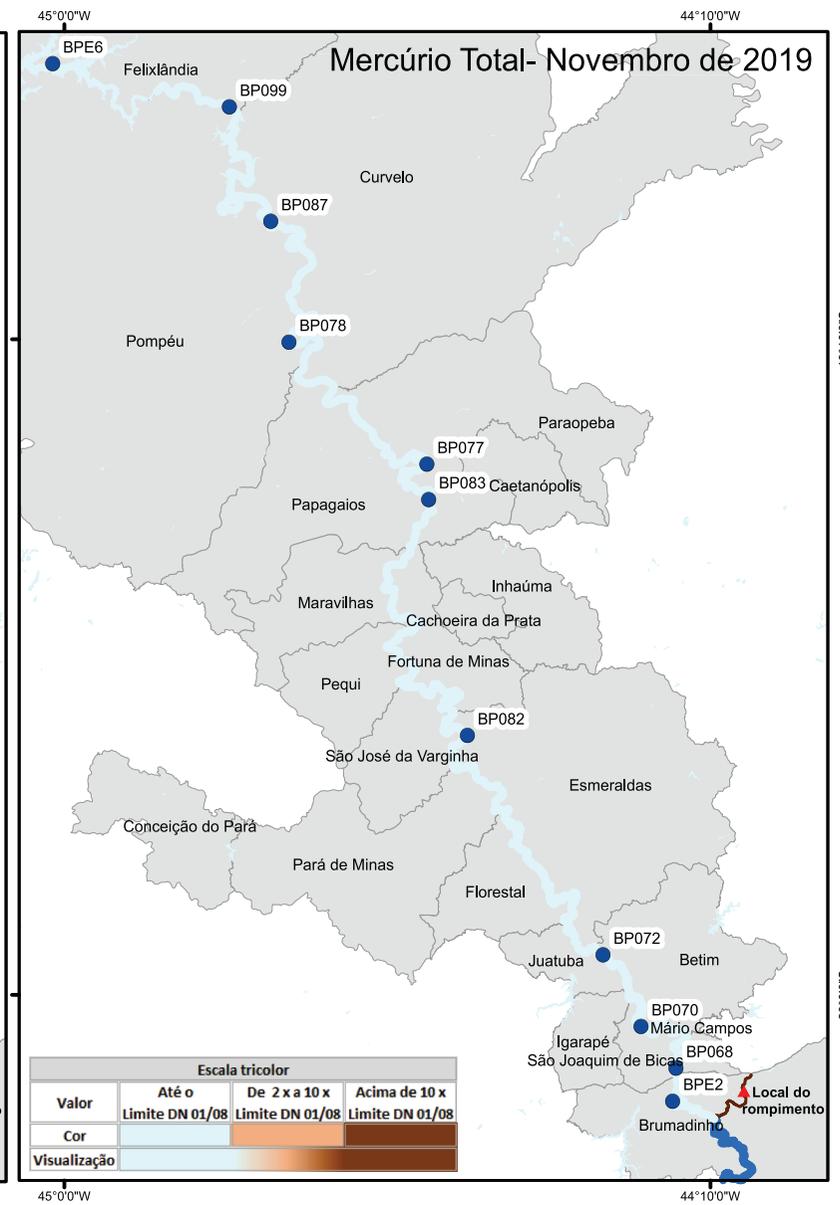
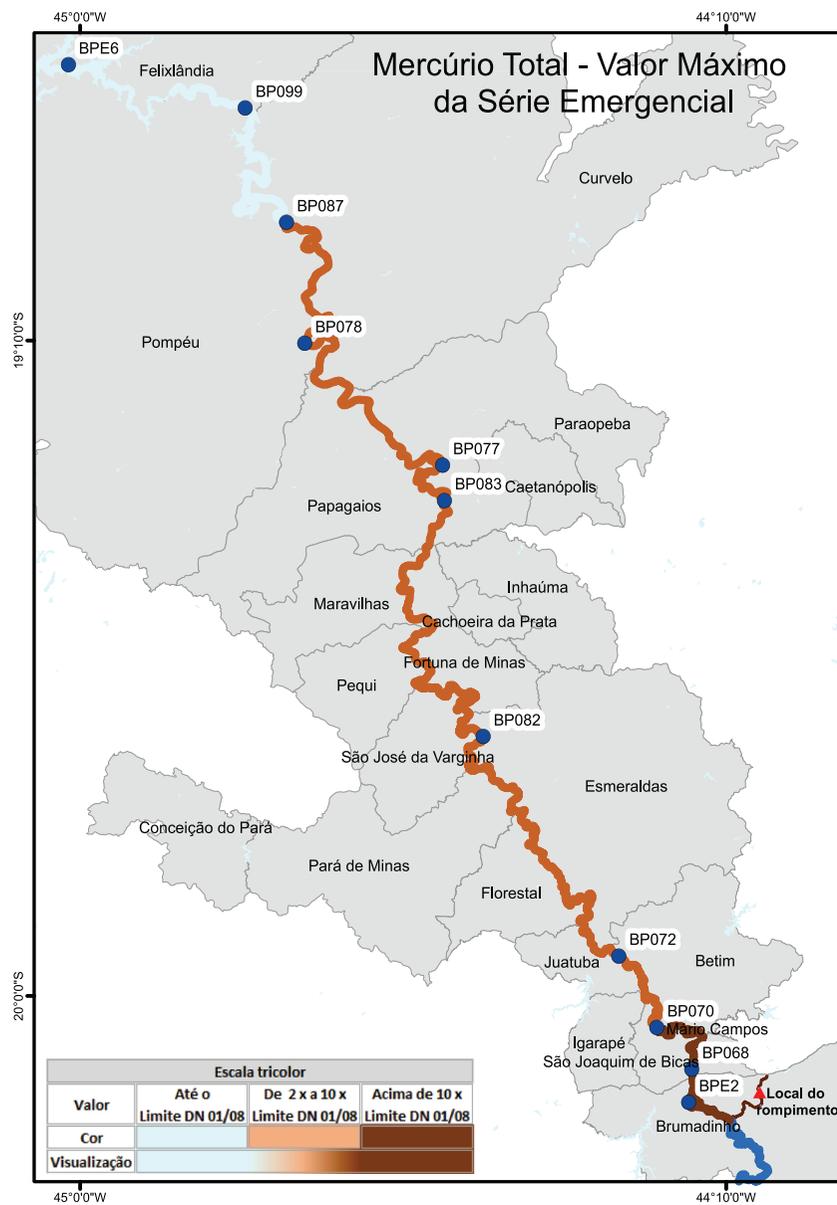
# Alumínio Dissolvido

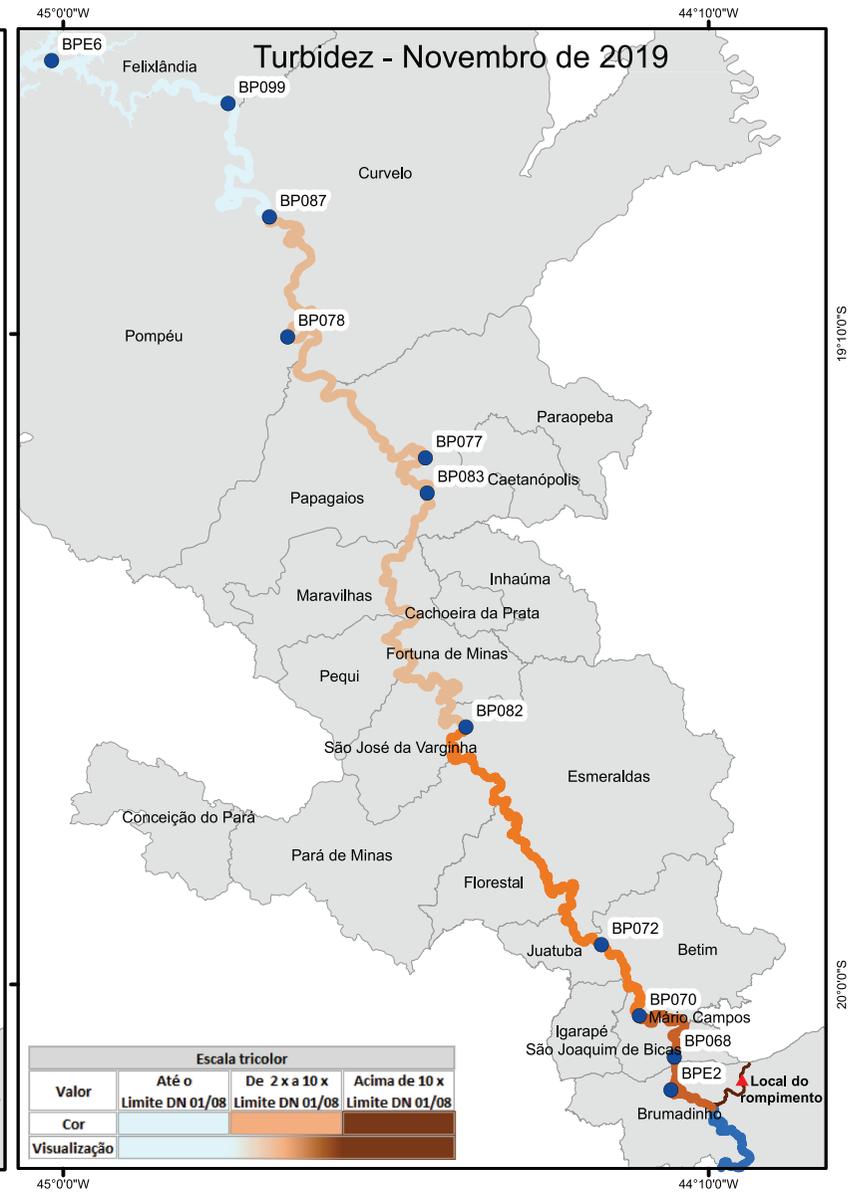


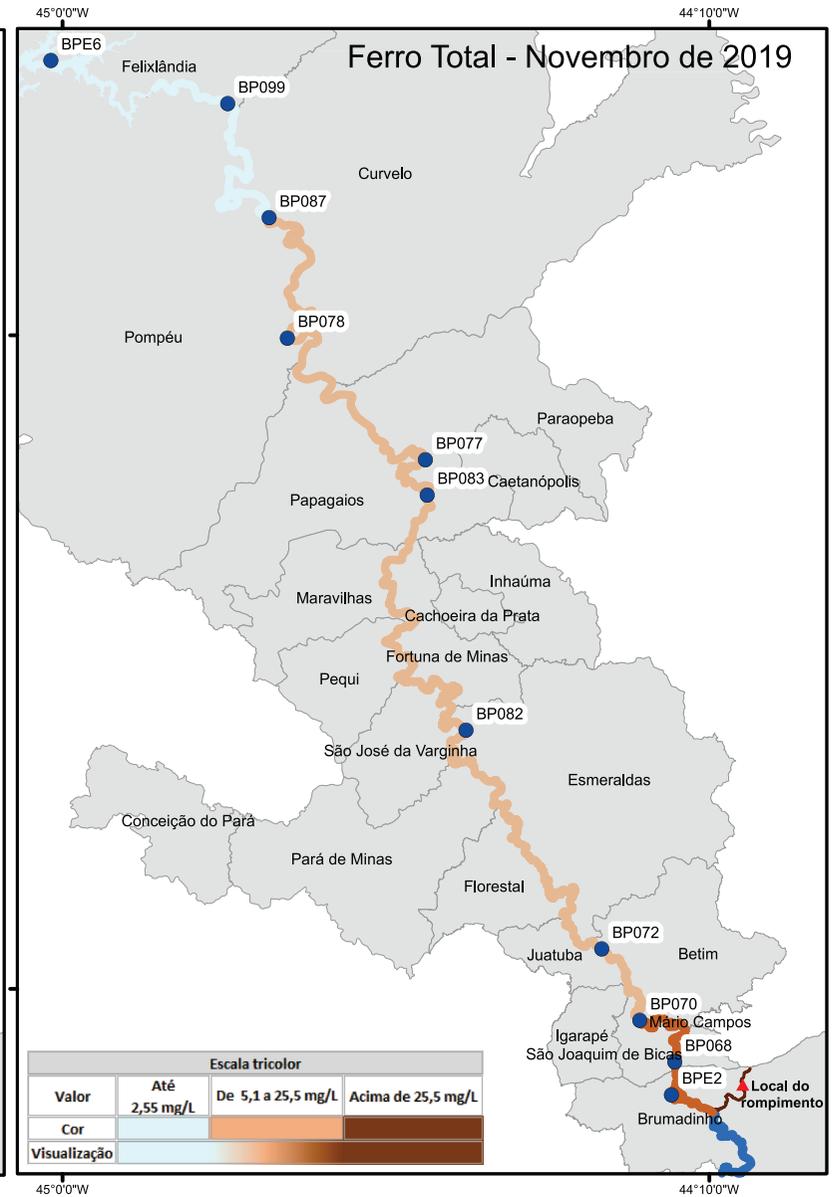
# Chumbo Total



# Mercúrio Total







# Mangânês Total



**Elaboração do Boletim:**  
GERÊNCIA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS  
GERÊNCIA DO SISTEMA ESTADUAL DA INFORMAÇÃO EM RECURSOS HÍDRICOS  
INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS  
ASSESSORIA DE COMUNICAÇÃO - SISEMA

**Equipe Técnica**

Carolina Cristiane Pinto  
Mariana Elissa Vieira de Souza  
Matheus Duarte Santos  
Regina Márcia Pimenta Assunção  
Roberta Silva Ocampos  
Sérgio Pimenta Costa  
Vanessa Kelly Saraiva  
Katiane Cristina de Brito Almeida

Ana Carolina Miranda Lopes de Almeida  
Marília Carvalho de Melo

**Diagramação**

Patrícia Goursand

**Fotos:**

Evandro Rodney



**MINAS  
GERAIS**

GOVERNO  
DIFERENTE.  
ESTADO  
EFICIENTE.