



### 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  |
|-----------------|---------------|----------------------|--|--|
| <b>Montante</b> | <b>BP036</b>  |                      | -10  | Anterior à área impactada pelo rompimento                    |
| <b>1</b>        | <b>BPE2</b>   | Brumadinho           | 20   | Sistema Paraopeba de captação da Copasa                      |
|                 | <b>BP068</b>  | Mário Campos         | 25   | 5 km após a captação da Copasa                               |
|                 | <b>BP070</b>  | São Joaquim de Bicas | 42   | Após a foz do ribeirão Sarzedo                               |
|                 | <b>BP072</b>  | Betim                | 59   | Após a foz do rio Betim, divisa com Juatuba                  |
| <b>2</b>        | <b>BP104*</b> | Pará de Minas        | 116  | Captação de água da SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto) |
|                 | <b>BP082</b>  | Esmeraldas           | 123  | Após a captação de água da SAAE em Pará de Minas             |
|                 | <b>BP083</b>  | Paraopeba            | 192  | Após a foz do ribeirão São João                              |
| <b>BP077</b>    | 203           |                      | Captação da Copasa   |  |
| <b>3</b>        | <b>BP078</b>  | Curvelo              | 251  | Após a foz do rio Pardo                                      |
|                 | <b>BP087</b>  | Pompéu               | 279  | Antes da Usina Hidrelétrica (UHE) de Retiro Baixo            |
|                 | <b>BPE9</b>   | Felixlândia          | 315  | Ribeirão dos Gomes com foz após a UHE de Retiro Baixo        |
| <b>BP099</b>    | 318           |                      | Após a UHE de Retiro Baixo e antes de sua foz na UHE Três Marias |  |
| <b>BPE6</b>     | 353           |                      | Remanso da Represa de Três Marias                                |  |
| <b>5</b>        | <b>BPE7</b>   | Abaeté               | 400  | Remanso da Represa de Três Marias                            |
|                 | <b>BPE8</b>   | 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.



## 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 março e abril 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

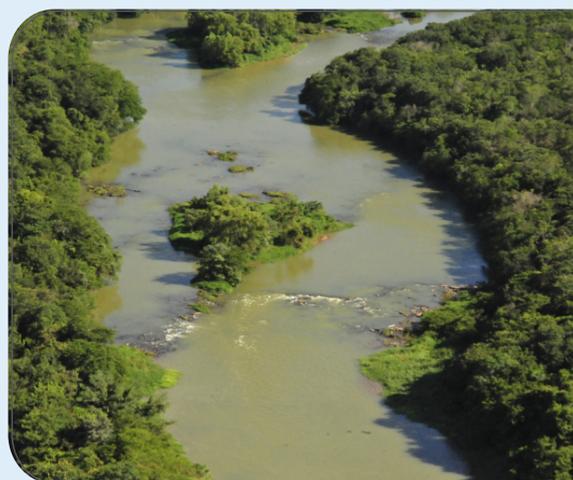
De maneira geral, observa-se que, na primeira semana de monitoramento após o rompimento das barragens, os maiores impactos sobre o ribeirão Ferro-Carvão e o rio Paraopeba ocorreram nos primeiros 40 km de extensão, distância medida desde as barragens que se romperam até a estação de monitoramento BP070, 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 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 - abril de 2023

Os resultados contidos neste Boletim Informativo do Cidadão foram avaliados para as amostragens de águas superficiais coletadas nos dias 11, 12, 13, 14 de abril de 2023. O mês de abril foi marcado por baixa pluviometria, porém com episódios de chuvas em algumas localidades da região monitorada na bacia do Paraopeba, conforme registros da ANA/INMET<sup>1</sup>.

Os parâmetros violados em abril de 2023 para cada estação de monitoramento e seus respectivos municípios estão apresentados na Tabela 1. Dentre os 16 pontos de amostragem, a exceção da estação BP099 localizada após a usina Hidrelétrica (UHE) de Retiro Baixo, todas as demais 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 turbidez, 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 abril 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 março e abril de 2023.

Observa-se que o número de violações de alumínio dissolvido no mês de abril é inferior ao mês de março, conforme as tonalidades de cores do Quadro 2.

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

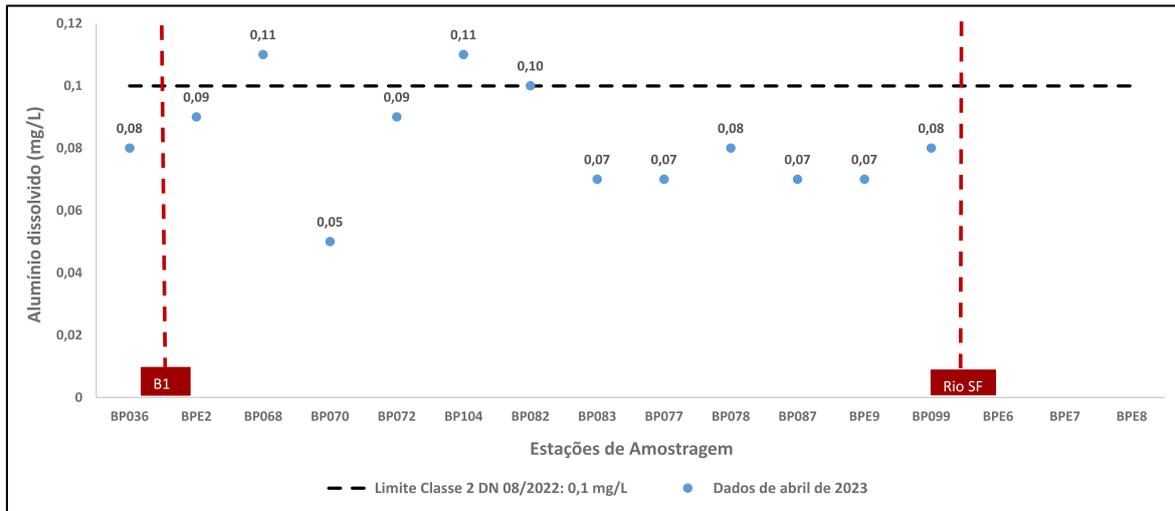
| Alumínio dissolvido (mg/L)                  |        |                      |                            |  |           |                  | <i>Igam, 2023</i> |
|---|--------|----------------------|----------------------------|--|-----------|------------------|-------------------|
| Estação                                     |        |                      | 2000-2018<br>(Série Hist.) | Série emergencial até 60 dias<br>após rompimento em 2019 |           | março de<br>2023 | abril de 2023     |
| Trecho                                      | Pontos | Município            | Máximo                     | Máximo   | Mínimo    | Resultado        | Resultado         |
| montante                                    | BP036  | Brumadinho           | 0,35                       | 1,17   | 0,17      | 0,13             | 0,08              |
|   | BPE2   |                      | sem dados                  | 0,71   | 0,02      | 0,07             | 0,09              |
| 1   | BP068  | Mário Campos         | 0,54                       | 0,63   | 0,02      | 0,14             | 0,11              |
|   | BP070  | São Joaquim de Bicas | 0,60                       | 0,76   | 0,02      | 0,09             | 0,05              |
| 2   | BP072  | Betim                | 0,68                       | 0,86   | 0,05      | 0,19             | 0,09              |
|   | BP104  | Pará de Minas        | sem dados                  | 0,80   | 0,10      | 0,21             | 0,11              |
|   | BP082  | Esmeraldas           | 0,36                       | 1,09   | 0,06      | 0,21             | 0,10              |
| 3   | BP083  | Paraopeba            | 0,18                       | 1,45   | 0,10      | 0,24             | 0,07              |
|   | BP077  |                      | sem dados                  | sem dados  | sem dados | 0,22             | 0,07              |
|   | BP078  | Curvelo              | 0,39                       | 1,57   | 0,16      | 0,24             | 0,08              |
|   | BP087  | Pompéu               | sem dados                  | sem dados  | sem dados | 0,15             | 0,07              |
| 4   | BPE9   | Felixlândia          | sem dados                  | sem dados  | sem dados | 0,14             | 0,07              |
|   | BP099  |                      | 0,26                       | 1,16   | 0,12      | 0,12             | 0,08              |
| 5   | BPE6   | Abaeté               | sem dados                  | 0,05   | 0,02      | 0,15             | sem dados         |
|   | BPE7   |                      | sem dados                  | 0,03   | 0,02      | 0,17             | sem dados         |
|   | BPE8   | Três Marias          | sem dados                  | 0,13   | 0,02      | 0,17             | sem dados         |
| <b>Limite Classe 2 DN 08/2022: 0,1 mg/L</b> |        |                      |                            |  |           |                  |                   |

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

Na Figura 2 é possível visualizar os resultados de alumínio dissolvido do mês de abril de 2023 para cada estação de monitoramento que apresentaram valores acima do estabelecido na legislação. Observa-se que os municípios que apresentaram violações (acima da linha tracejada preta) correspondem aos municípios de Mário Campos (BP068 - 0,11 mg/L) e Pará de Minas (BP104 - 0,11 mg/L), nas coletas realizadas no dia 11 e 13, respectivamente.

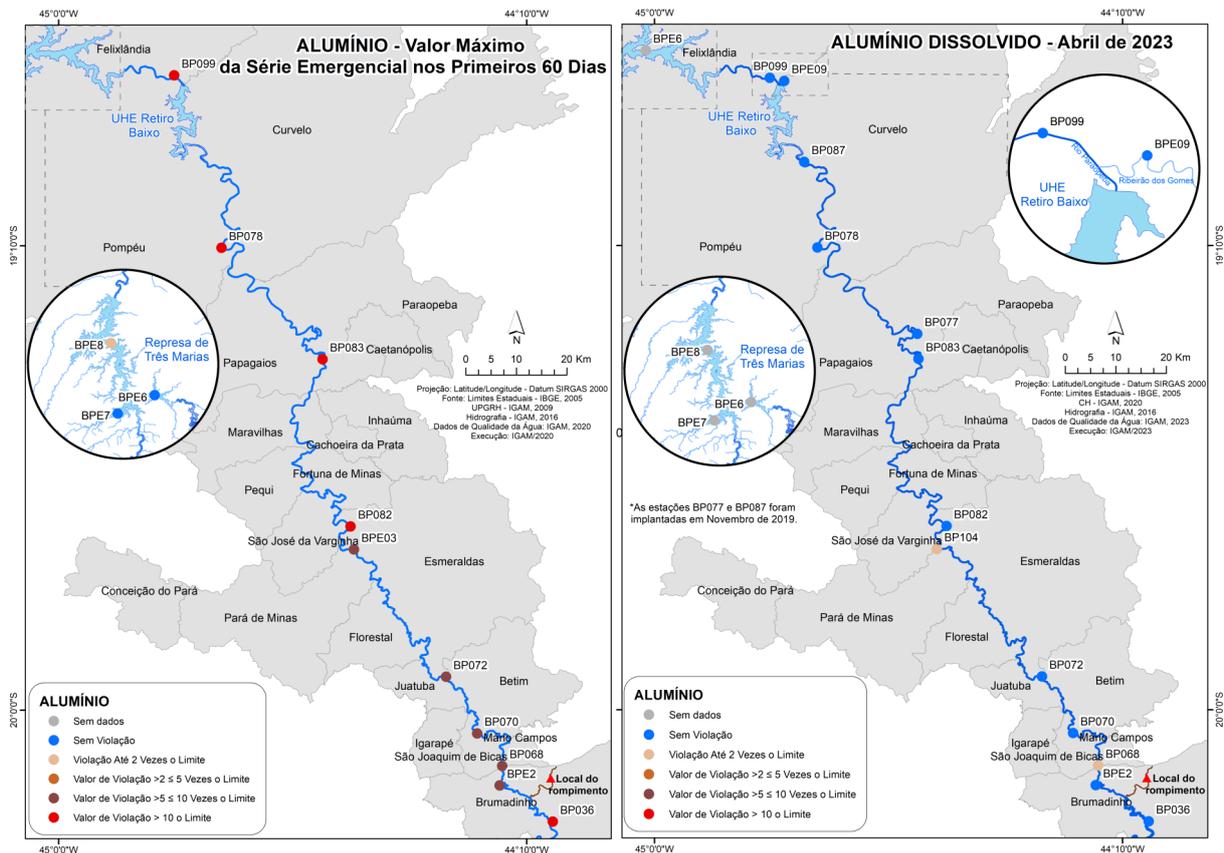
É importante lembrar que as variações de alumínio dissolvido na bacia do Paraopeba não foram correlacionadas diretamente com a presença do rejeito. Essas violações podem estar relacionadas também com outras ações antrópicas na região.

Figura 2 - Resultados de alumínio dissolvido para abril 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 (abril 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 B1 (2019) e os resultados do mês de abril 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 março e abril de 2023.

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

| Estação |        |                      | Chumbo total (mg/L)        |  |           |                  | Igam, 2023    |           |
|---------|--------|----------------------|----------------------------|--|-----------|------------------|---------------|-----------|
|         |        |                      | 2000-2018<br>(Série Hist.) | Série emergencial até 60 dias<br>após rompimento em 2019 |           | março de<br>2023 | abril de 2023 |           |
| Trecho  | Pontos | Município            | Máximo                     | Máximo   | Mínimo    | Resultado        | Resultado     |           |
| 1       | BP036  | Brumadinho           | 0,028                      | 0,015  | 0,005     | 0,003            | 0,004         |           |
|         | BPE2   |                      | sem dados                  | 0,069  | 0,005     | 0,002            | 0,002         |           |
|         | BP068  | Mário Campos         | 0,035                      | 0,147  | 0,005     | 0,002            | 0,002         |           |
|         | BP070  | São Joaquim de Bicas | 0,04                       | 0,09   | 0,005     | 0,002            | 0,002         |           |
| 2       | BP072  | Betim                | 0,044                      | 0,038  | 0,005     | 0,002            | 0,001         |           |
|         | BP104  | Pará de Minas        | sem dados                  | 0,017  | 0,005     | 0,002            | 0,001         |           |
|         | BP082  | Esmeraldas           | 0,023                      | 0,036  | 0,005     | 0,002            | 0,002         |           |
| 3       | BP083  | Paraopeba            | 0,02                       | 0,017  | 0,005     | 0,002            | 0,002         |           |
|         | BP077  |                      | sem dados                  | sem dados  | sem dados | 0,003            | 0,004         |           |
|         | BP078  | Curvelo              | 0,027                      | 0,012  | 0,005     | 0,003            | 0,002         |           |
|         | BP087  | Pompéu               | sem dados                  | sem dados  | sem dados | 0,002            | 0,001         |           |
| 4       | BPE9   | Felixlândia          | sem dados                  | sem dados  | sem dados | 0,001            | 0,001         |           |
|         | BP099  |                      | 0,012                      | 0,011  | 0,005     | 0,001            | 0,001         |           |
| 5       | BPE6   | Abaeté               | sem dados                  | 0,005  | 0,005     | 0,002            | sem dados     |           |
|         | BPE7   |                      | sem dados                  | 0,005  | 0,005     | 0,001            | sem dados     |           |
|         | BPE8   |                      | Três Marias                | sem dados  | 0,005     | 0,005            | 0,001         | 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 março e abril 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 abril de 2023

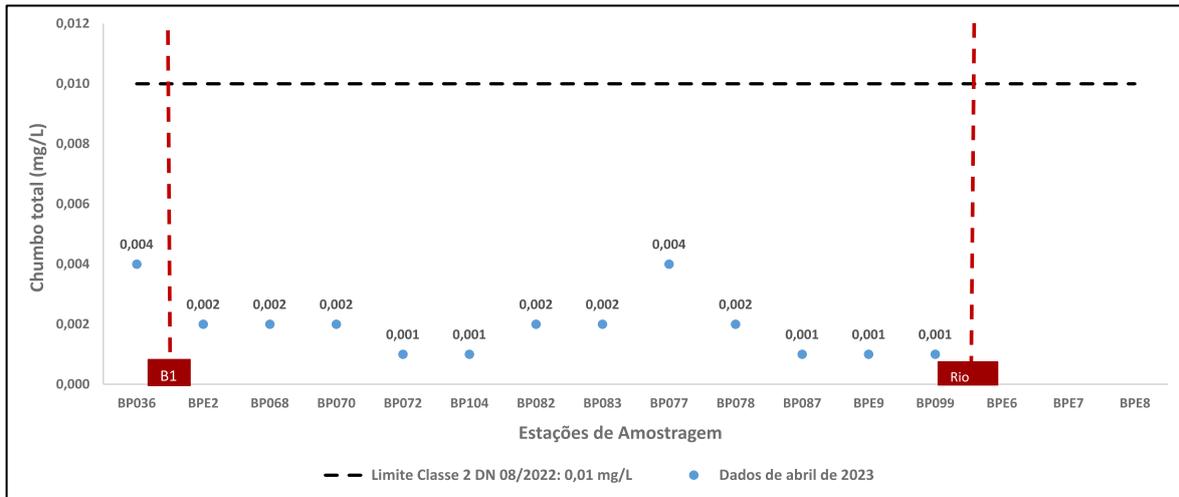
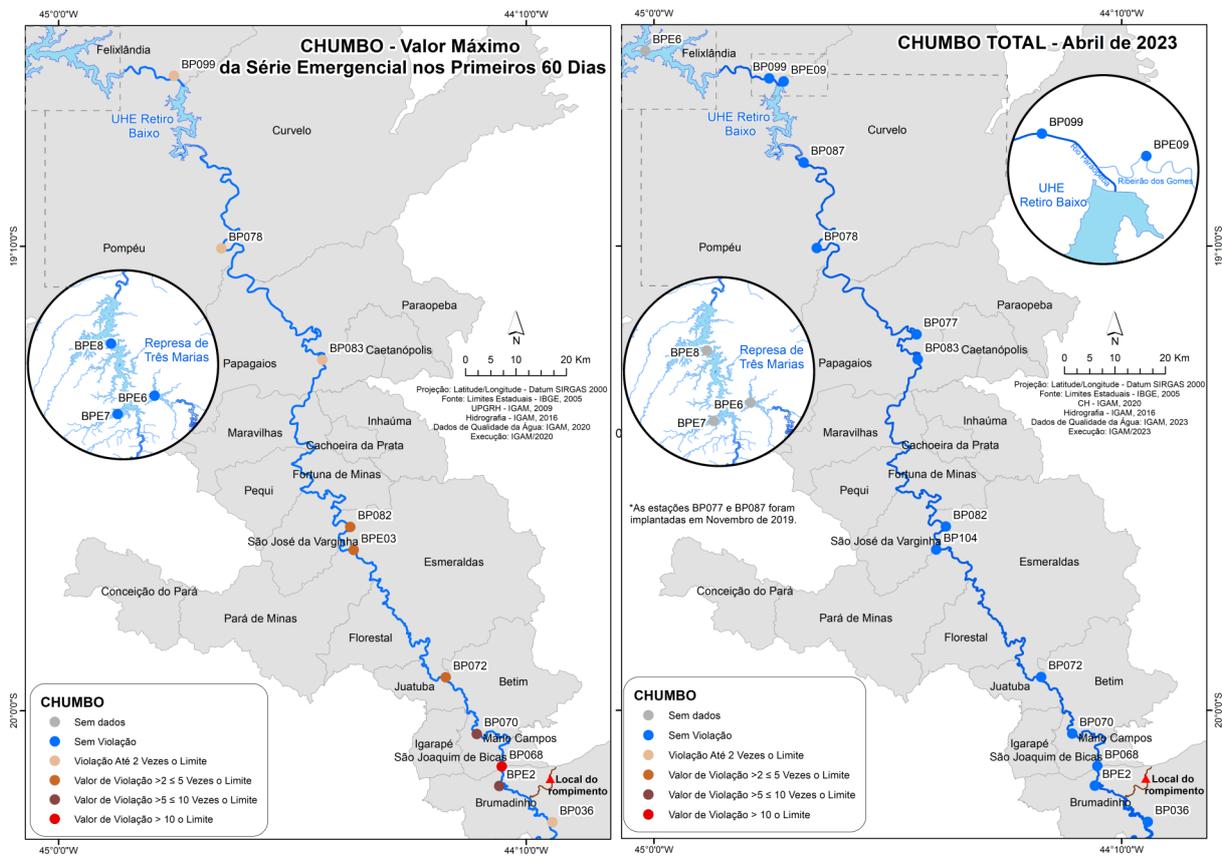


Figura 5 - Resultados dos valores máximos de chumbo total para cada estação de monitoramento nos primeiros 60 dias após o rompimento da B1 (2019) e os resultados do mês de abril 2023.



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 março e abril de 2023.

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

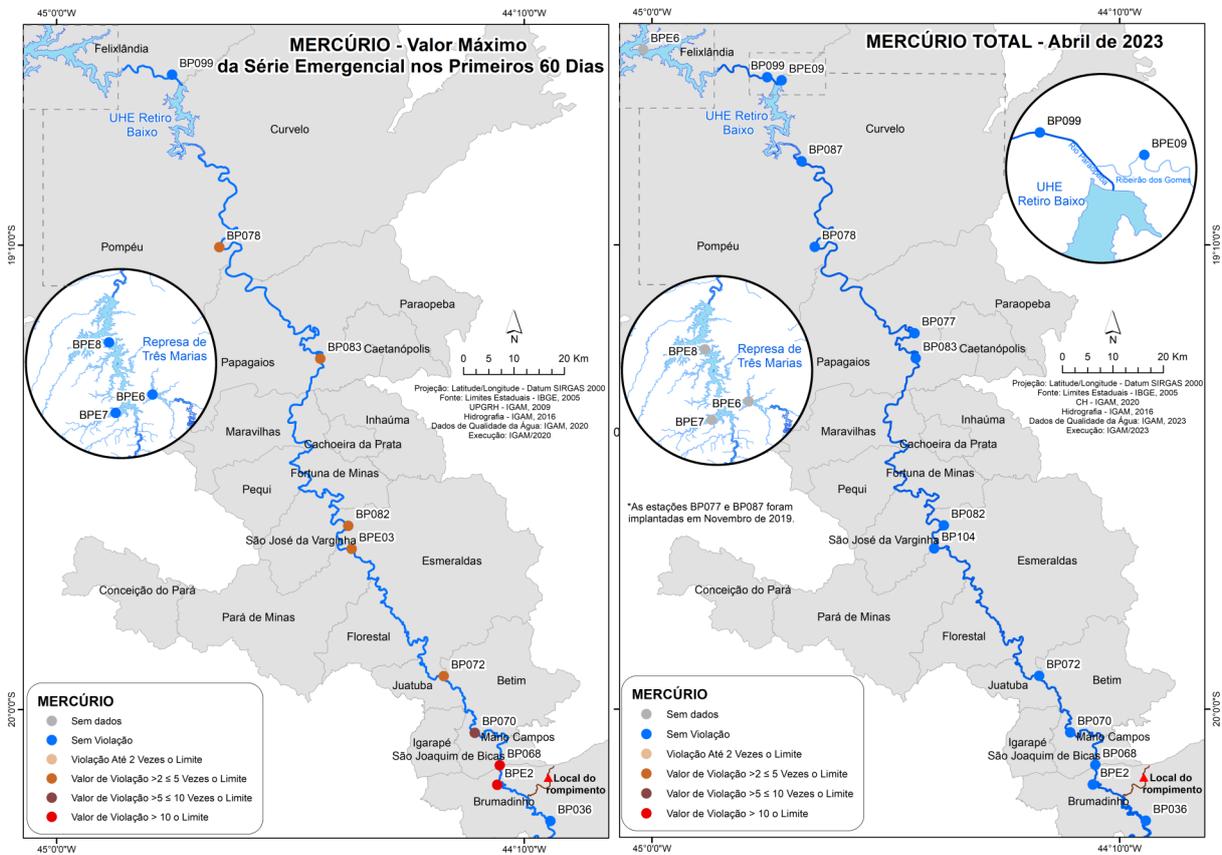
| Mercúrio total ( $\mu\text{g/L}$ )                                |        |                      |                            |  |           |                  | <i>Igam, 2023</i> |
|---|--------|----------------------|----------------------------|--|-----------|------------------|-------------------|
| Estação   |        |                      | 2000-2018<br>(Série Hist.) | Série emergencial até 60 dias<br>após rompimento em 2019 |           | março de<br>2023 | abril 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             | sem dados         |
|   | BPE7   | Abaeté               | sem dados                  | 0,20   | 0,20      | 0,20             | sem dados         |
|   | BPE8   | Três Marias          | sem dados                  | 0,20   | 0,20      | 0,20             | sem dados         |
| <b>Limite Classe 2 DN 08/2022: 0,2 <math>\mu\text{g/L}</math></b> |        |                      |                            |  |           |                  |                   |

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

Observa-se que não há registros de violações para mercúrio total no mês de março e abril 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 B1 (2019) e os resultados do mês de abril 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 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.

## 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 março e abril de 2023.

Quadro 5 - Resultados de Turbidez (NTU)

| Turbidez (NTU) |        |                      |                            |  |           |                  | Igam, 2023    |           |
|----------------|--------|----------------------|----------------------------|--|-----------|------------------|---------------|-----------|
| Estação        |        |                      | 2000-2018<br>(Série Hist.) | Série emergencial até 60 dias<br>após rompimento em 2019 |           | março de<br>2023 | abril de 2023 |           |
| Trecho         | Pontos | Município            | Máximo                     | Máximo   | Mínimo    | Resultado        | Resultado     |           |
| montante       | BP036  | Brumadinho           | 609                        | 439  | 34        | 58               | 72            |           |
|                | BPE2   |                      | sem dados                  | 30240  | 407       | 62               | 82            |           |
| 1              | BP068  | Mário Campos         | 596                        | 34500  | 40        | 59               | 71            |           |
|                | BP070  | São Joaquim de Bicas | 1856                       | 18588  | 44        | 51               | 76            |           |
| 2              | BP072  | Betim                | 1268                       | 17148  | 23        | 50               | 49            |           |
|                | BP104  | Pará de Minas        | sem dados                  | 8468   | 97        | 56               | 69            |           |
|                | BP082  | Esmeraldas           | 1010                       | 4854   | 13        | 58               | 57            |           |
| 3              | BP083  | Paraopeba            | 775                        | 1545   | 12        | 61               | 62            |           |
|                | BP077  |                      | sem dados                  | sem dados  | sem dados | 69               | 83            |           |
|                | BP078  | Curvelo              | 766                        | 818  | 11        | 82               | 61            |           |
|                | BP087  | Pompéu               | sem dados                  | sem dados  | sem dados | 74               | 62            |           |
| 4              | BPE9   | Felixlândia          | sem dados                  | sem dados  | sem dados | 21               | 39            |           |
|                | BP099  |                      | 546                        | 1140   | 6         | 40               | 14            |           |
| 5              | BPE6   | Abaeté               | sem dados                  | 12   | 3         | 65               | sem dados     |           |
|                | BPE7   |                      | sem dados                  | 4  | 4         | 6                | sem dados     |           |
|                | BPE8   |                      | Três Marias                | sem dados  | 7         | 3                | 17            | sem dados |

Limite Classe 2 DN 08/2022: 100 NTU

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

Observa-se que não há registros de violações para turbidez no mês de março e abril de 2023, conforme Quadro 5, Figura 7 (todos os valores abaixo da linha tracejada) e mapas (Figura 8). As bolinhas azuis nos mapas representam as estações sem violação e as demais bolinhas coloridas indicam desconformidade (violação) com a legislação.

Figura 7 - Resultados de turbidez para abril de 2023

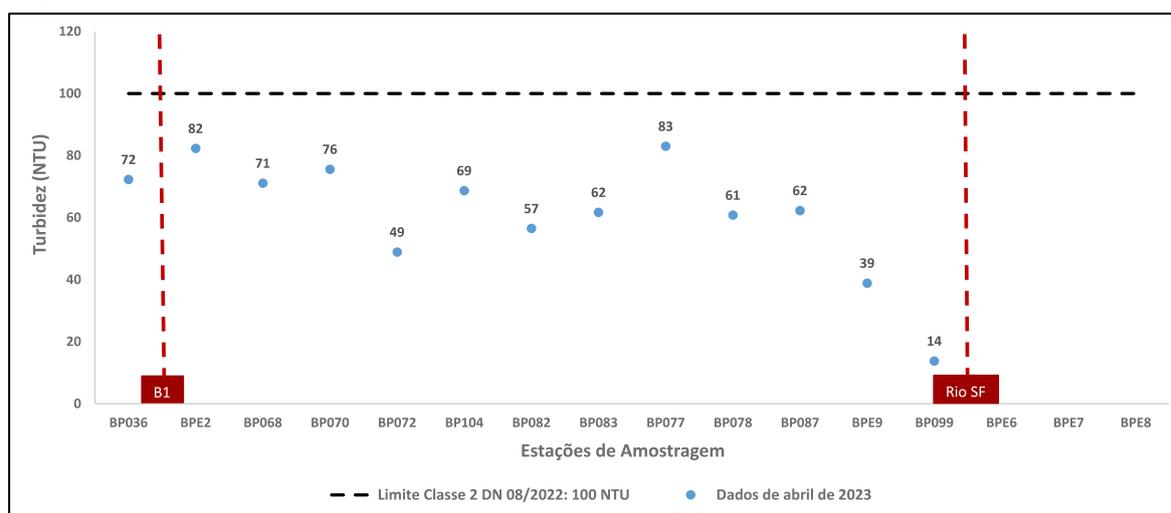
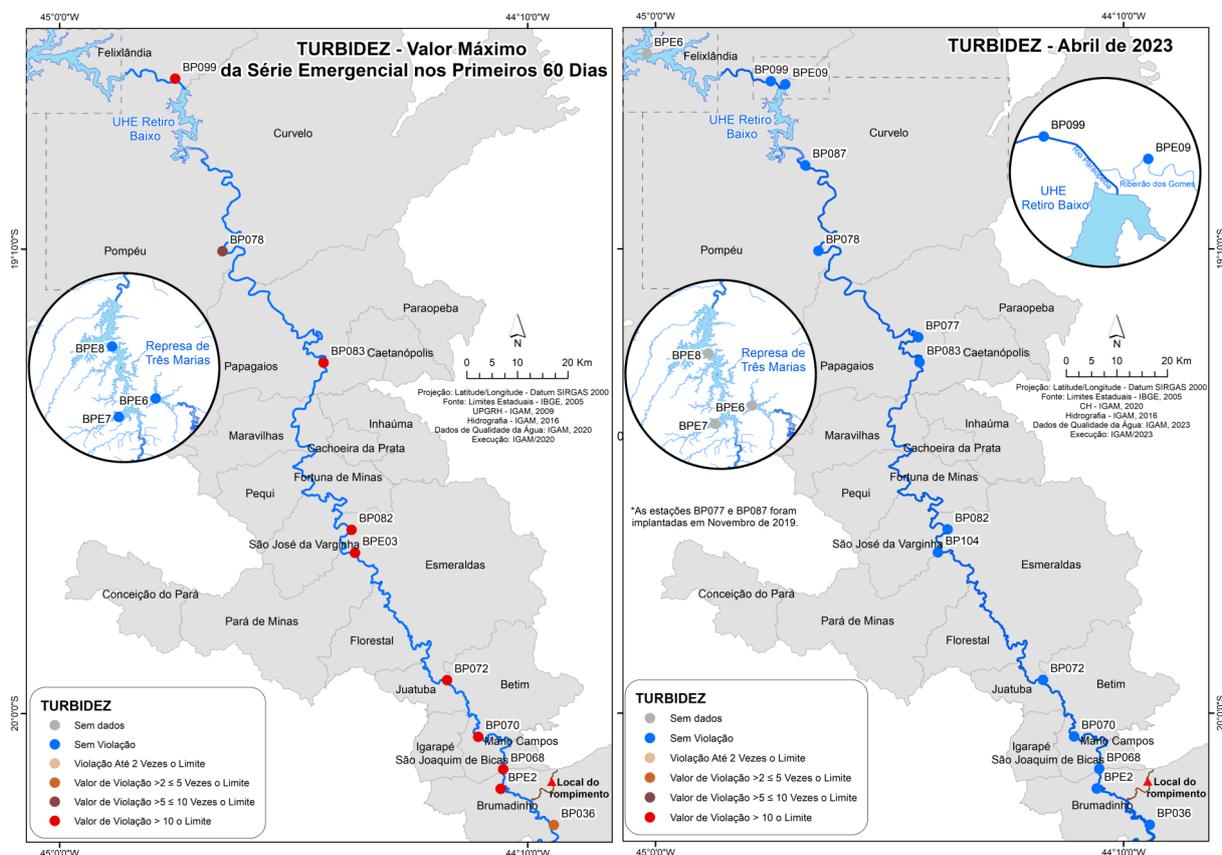


Figura 8 - Resultados dos valores máximos de turbidez para cada estação de monitoramento nos primeiros 60 dias após o rompimento da B1 (2019) e os resultados do mês de abril 2023



## 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 março e abril de 2023.

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

| Manganês total (mg/L) |        |                      |                            |  |           |                  | Igam, 2023    |  |
|-----------------------|--------|----------------------|----------------------------|--|-----------|------------------|---------------|--|
| Estação               |        |                      | 2000-2018<br>(Série Hist.) | Série emergencial até 60 dias<br>após rompimento em 2019 |           | março de<br>2023 | abril de 2023 |  |
| Trecho                | Pontos | Município            | Máximo                     | Máximo   | Mínimo    | Resultado        | Resultado     |  |
| montante              | BP036  | Brumadinho           | 1,392                      | 1,172  | 0,023     | 0,301            | 0,497         |  |
|                       | BPE2   |                      | sem dados                  | 19,060   | 0,038     | 0,301            | 0,308         |  |
| 1                     | BP068  | Mário Campos         | 1,690                      | 46,270   | 0,138     | 0,277            | 0,220         |  |
|                       | BP070  | São Joaquim de Bicas | 1,540                      | 24,771   | 0,230     | 0,329            | 0,281         |  |
| 2                     | BP072  | Betim                | 1,727                      | 10,305   | 0,147     | 0,231            | 0,157         |  |
|                       | BP104  | Pará de Minas        | sem dados                  | 4,904  | 0,248     | 0,262            | 0,165         |  |
|                       | BP082  | Esmeraldas           | 1,139                      | 7,446  | 0,063     | 0,232            | 0,192         |  |
| 3                     | BP083  | Paraopeba            | 0,882                      | 3,907  | 0,019     | 0,225            | 0,176         |  |
|                       | BP077  |                      | sem dados                  | sem dados  | sem dados | 0,259            | 0,343         |  |
|                       | BP078  | Curvelo              | 1,299                      | 1,754  | 0,016     | 0,323            | 0,160         |  |
|                       | BP087  | Pompéu               | sem dados                  | sem dados  | sem dados | 0,234            | 0,107         |  |
| 4                     | BPE9   |                      | sem dados                  | sem dados  | sem dados | 0,048            | 0,033         |  |
|                       | BP099  | Felixlândia          | 0,716                      | 0,420  | 0,018     | 0,031            | 0,013         |  |
| 5                     | BPE6   |                      | sem dados                  | 0,017  | 0,007     | 0,014            | sem dados     |  |
|                       | BPE7   | Abaeté               | sem dados                  | 0,040  | 0,021     | 0,012            | sem dados     |  |
|                       | BPE8   | Três Marias          | sem dados                  | 0,008  | 0,006     | 0,004            | sem dados     |  |

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

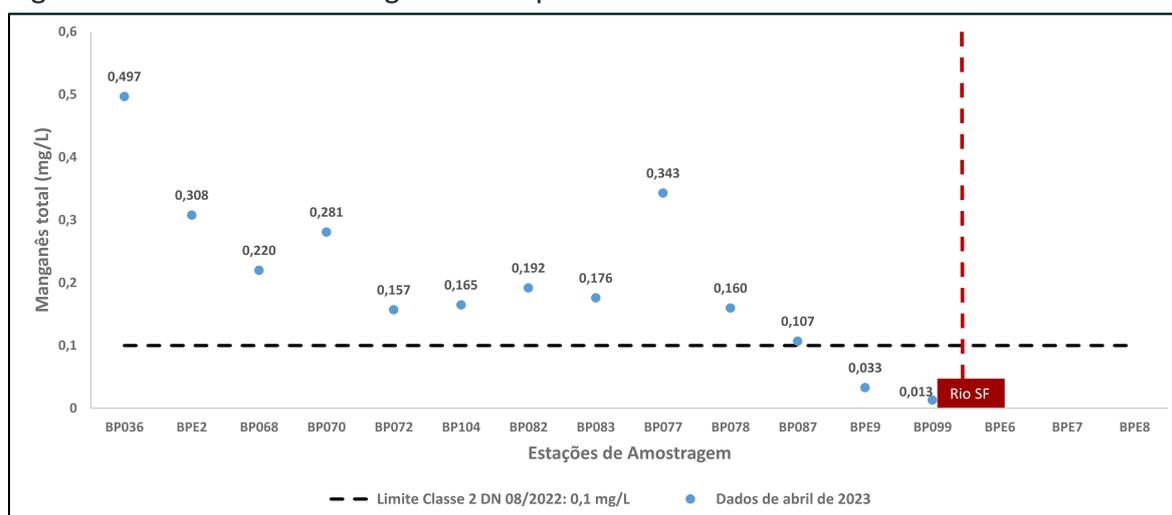
\*BPE6, BPE7 e BPE8: sem amostragem, a coleta será trimestral

Observa-se que o número de violações de manganês total no mês de abril é igual ao mês de março, conforme as tonalidades de cores do Quadro 6. Os resultados de manganês total, no mês de abril de 2023, apresentaram valores superiores ao limite legal de 0,1 mg/L preconizado na legislação, do trecho a montante do rompimento das barragens (BP036 - Brumadinho) até o trecho 3 (BP087 - Pompéu). Destaca-se que as violações apresentadas não ultrapassam a série histórica do Igam e nem o valor máximo registrado após o rompimento.

Na Figura 9 é possível visualizar os resultados de manganês total do mês de abril de 2023 para cada estação de monitoramento que apresentaram valores acima do estabelecido na legislação. Observa-se que os municípios que apresentaram violações (acima da linha tracejada preta) 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), Curvelo (BP078) e Pompéu (BP087). Os maiores valores registrados foram nos municípios de Brumadinho (BP036 - 0,497 mg/L) e Paraopeba (BP077 - 0,343 mg/L), nas coletas realizadas em 11 e 13 de abril, respectivamente.

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 abril de 2023





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

| Ferro total (mg/L)                               |        |                      |                            |  |           |                  | Igam, 2023    |
|--|--------|----------------------|----------------------------|--|-----------|------------------|---------------|
| Estação  |        |                      | 2000-2018<br>(Série Hist.) | Série emergencial até 60 dias<br>após rompimento em 2019 |           | março de<br>2023 | abril de 2023 |
| Trecho   | Pontos | Município            | Máximo                     | Máximo   | Mínimo    | Resultado        | Resultado     |
| 1  | BP036  | Brumadinho           | sem dados                  | 9,22   | 2,14      | 3,47             | 4,45          |
|  | BPE2   |                      | sem dados                  | 28,52  | 1,19      | 3,40             | 2,89          |
|  | BP068  | Mário Campos         | sem dados                  | 39,35  | 3,70      | 3,49             | 2,59          |
|  | BP070  | São Joaquim de Bicas | sem dados                  | 62,00  | 2,70      | 2,94             | 2,93          |
| 2  | BP072  | Betim                | sem dados                  | 22,52  | 1,69      | 2,46             | 1,97          |
|  | BP104  | Pará de Minas        | sem dados                  | 9,67   | 1,19      | 2,60             | 1,87          |
|  | BP082  | Esmeraldas           | sem dados                  | 17,78  | 1,43      | 2,36             | 2,22          |
| 3  | BP083  | Paraopeba            | sem dados                  | 10,92  | 1,80      | 2,85             | 2,10          |
|  | BP077  |                      | sem dados                  | sem dados  | sem dados | 2,73             | 4,11          |
|  | BP078  | Curvelo              | sem dados                  | 5,62   | 1,73      | 3,29             | 2,12          |
|  | BP087  | Pompéu               | sem dados                  | sem dados  | sem dados | 2,53             | 1,46          |
| 4  | BPE9   | Felixlândia          | sem dados                  | sem dados  | sem dados | 2,25             | 1,64          |
|  | BP099  |                      | sem dados                  | 4,76   | 0,44      | 1,35             | 0,53          |
| 5  | BPE6   | Abaeté               | sem dados                  | 0,15   | 0,07      | 0,85             | sem dados     |
|  | BPE7   |                      | sem dados                  | 0,14   | 0,08      | 0,16             | sem dados     |
|  | BPE8   | Três Marias          | sem dados                  | 0,08   | 0,04      | 0,07             | sem dados     |
| <b>Limite Classe 2 DN 08/2022: não se aplica</b> |        |                      |                            |  |           |                  |               |

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

Observa-se que os valores de ferro total no mês de abril são inferiores ao mês de março, conforme as tonalidades de cores do Quadro 7.

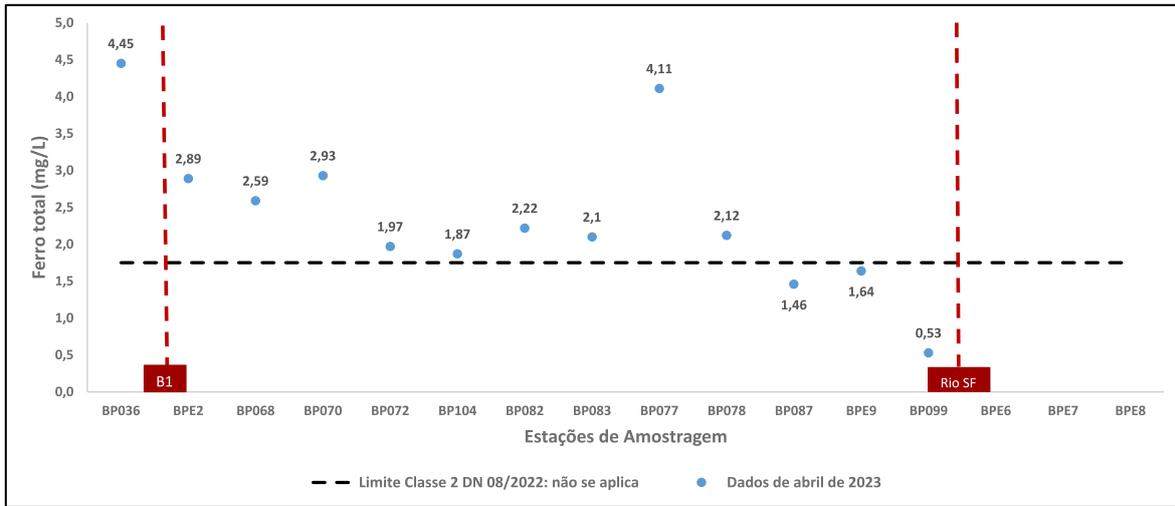
É importante lembrar que a legislação não estabelece limite de classe para o parâmetro ferro total. O padrão normativo estabelece valor limite para a forma dissolvida. Porém, constatou-se que a maior parte do ferro proveniente do rejeito das barragens estão associados à sua fração total e não estão dissolvidos 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) e Curvelo (BP078). Os valores de ferro total mais elevados foram obtidos nos municípios de Brumadinho (BP036 – 4,45mg/L) e Paraopeba (BP077 - 4,11 mg/L) nas coletas dos dias 11 e 13 de abril de 2023, respectivamente.

Os resultados de violações para manganês total e registros acima de 1,75 mg/L de ferro total a montante do rompimento (BP036 - Brumadinho) e no BP077 (Paraopeba) demonstram provavelmente impactos de atividades antrópicas.

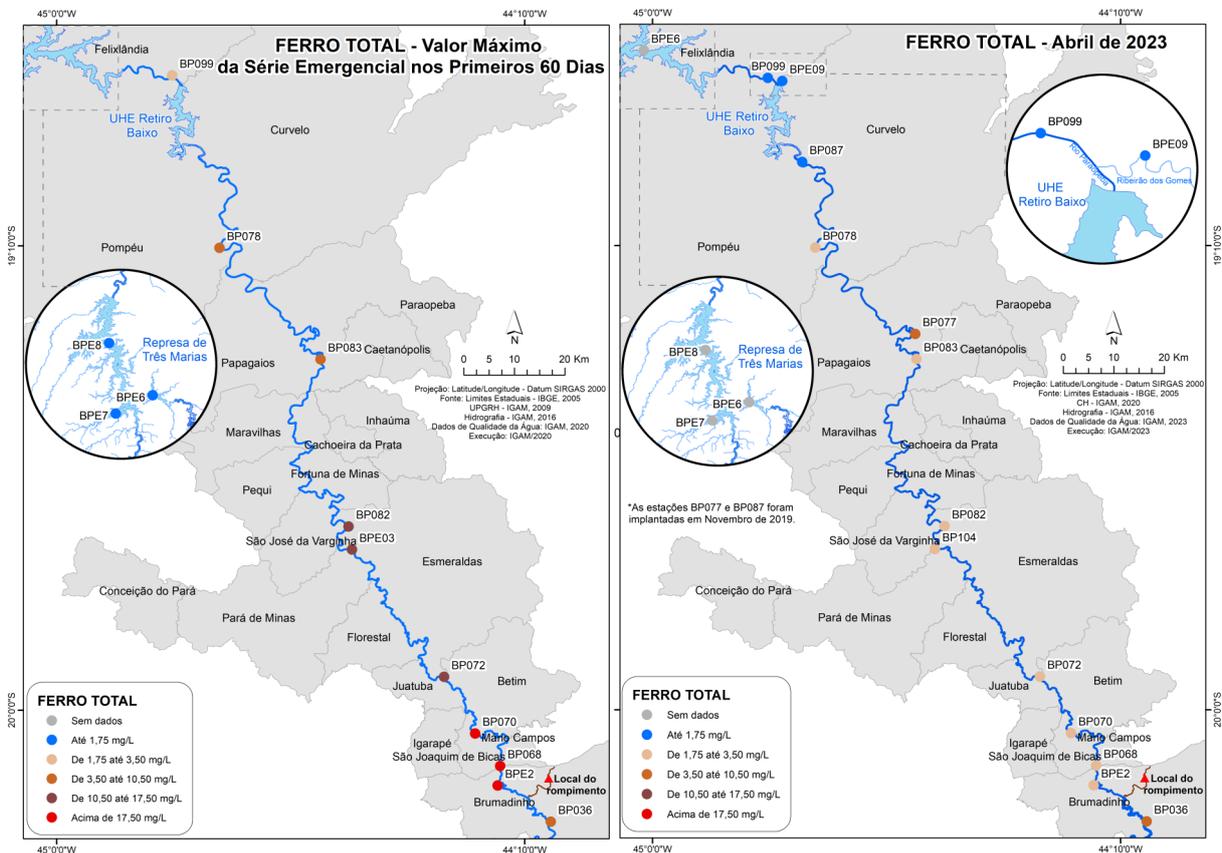
As estações monitoradas em Pompéu (BP087) e Felixlândia (BPE9 - ribeirão dos Gomes; BP099 - depois UHE Retiro Baixo) não registraram violações para ferro total.

Figura 11 - Resultados de ferro total para abril 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 (abril 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 B1 (2019) e os resultados do mês de abril 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 março e abril de 2023.

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

| Ferro dissolvido (mg/L) |        |                      |                            |  |           |                  |               |
|-------------------------|--------|----------------------|----------------------------|--|-----------|------------------|---------------|
| Estação                 |        |                      | 2000-2018<br>(Série Hist.) | Série emergencial até 60 dias<br>após rompimento em 2019 |           | março de<br>2023 | abril de 2023 |
| Trecho                  | Pontos | Município            | Máximo                     | Máximo   | Mínimo    | Resultado        | Resultado     |
| 1                       | BP036  | Brumadinho           | 0,98                       | 1,22   | 0,20      | 0,59             | 0,31          |
|                         | BPE2   |                      | sem dados                  | 1,11   | 0,03      | 0,29             | 0,28          |
|                         | BP068  | Mário Campos         | 0,97                       | 1,24   | 0,03      | 0,53             | 0,33          |
|                         | BP070  | São Joaquim de Bicas | 1,57                       | 1,16   | 0,03      | 0,55             | 0,36          |
| 2                       | BP072  | Betim                | 0,77                       | 1,27   | 0,06      | 0,62             | 0,33          |
|                         | BP104  | Pará de Minas        | sem dados                  | 1,36   | 0,15      | 0,47             | 0,32          |
|                         | BP082  | Esmeraldas           | 0,99                       | 1,27   | 0,07      | 0,59             | 0,33          |
| 3                       | BP083  | Paraopeba            | 0,56                       | 1,42   | 0,11      | 0,49             | 0,29          |
|                         | BP077  |                      | sem dados                  | sem dados  | sem dados | 0,46             | 0,21          |
|                         | BP078  | Curvelo              | 1,19                       | 1,82   | 0,15      | 0,40             | 0,28          |
|                         | BP087  | Pompéu               | sem dados                  | sem dados  | sem dados | 0,40             | 0,20          |
| 4                       | BPE9   | Felixlândia          | sem dados                  | sem dados  | sem dados | 0,86             | 0,37          |
|                         | BP099  |                      | 0,44                       | 1,14   | 0,12      | 0,50             | 0,17          |
| 5                       | BPE6   | Abaeté               | sem dados                  | 0,03   | 0,03      | 0,15             | sem dados     |
|                         | BPE7   |                      | sem dados                  | 0,03   | 0,03      | 0,15             | sem dados     |
|                         | BPE8   | Três Marias          | sem dados                  | 0,07   | 0,03      | 0,12             | sem dados     |

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

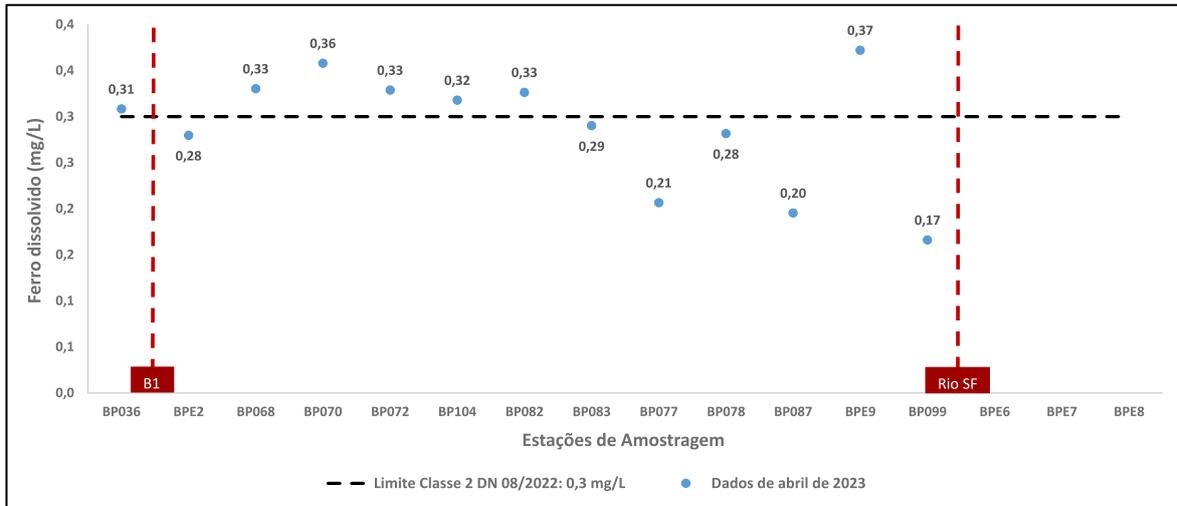
\*BPE6, BPE7 e BPE8: sem amostragem, a coleta será trimestral

Observa-se que o número de violações para ferro dissolvido no mês de abril é inferior ao mês de março, conforme as tonalidades de cores do Quadro 8. No mês de abril de 2023, os resultados de ferro dissolvido acima do limite legal (0,3 mg/L) foram registrados no trecho a montante do rompimento das barragens (BP036-Brumadinho) até o trecho 4 (BPE9 - Felixlândia, ribeirão dos Gomes).

A Figura 13 mostra os resultados de ferro dissolvido para cada estação de monitoramento. Observa-se que os municípios que apresentaram violações (acima da linha tracejada preta) correspondem aos municípios de Brumadinho (BP036), Mário Campos (BP068), São Joaquim de Bicas (BP070), Betim (BP072), Pará de Minas (BP104), Esmeraldas (BP082) e Felixlândia (BPE9 – ribeirão dos Gomes). Os maiores valores registrados acima do limite legal foram em Felixlândia - BPE9 (0,37 mg/L) na coleta realizada em 14 de abril de 2023 e em São Joaquim de Bicas - BP070 (0,36 mg/L) na coleta realizada em 12 de abril de 2023.

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

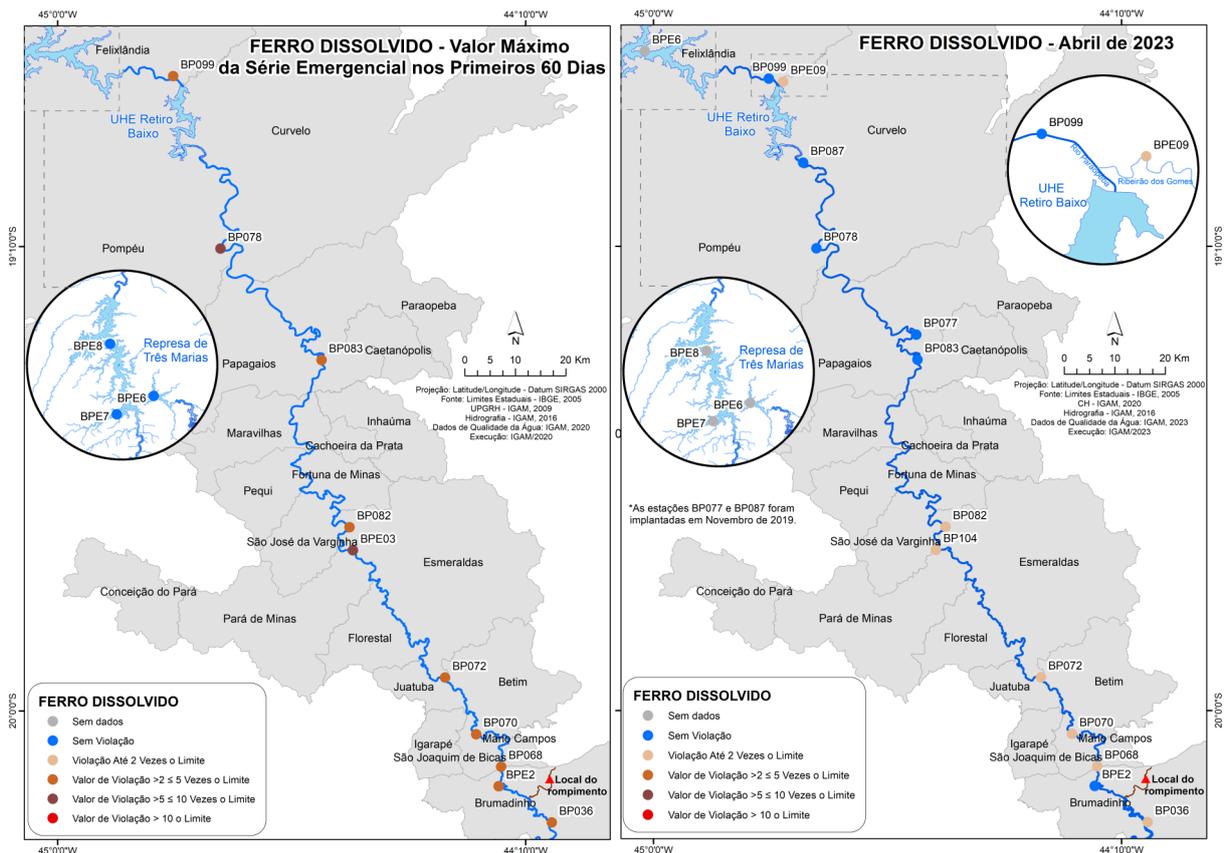
Figura 13 - Resultados de ferro dissolvido para abril de 2023



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 das barragens 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 (abril 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 B1 (2019) e os resultados do mês de abril 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

