

# ENCARTE ESPECIAL

*Qualidade das águas  
do Rio Doce após  
5 anos do rompimento  
da Barragem de Fundão*

**2015/2020**

*Belo Horizonte 2020*

Instituto Mineiro de Gestão das Águas  
Diretoria de Operações e Eventos Críticos  
Gerência de Monitoramento de Qualidade das Águas

**ENCARTE ESPECIAL SOBRE A QUALIDADE DAS  
ÁGUAS DO RIO DOCE APÓS 5 ANOS DO  
ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO  
2015-2020**

Belo Horizonte

2020

## **Instituto Mineiro de Gestão das Águas**

---

### **Governo do Estado de Minas Gerais**

---

#### **Governador**

Romeu Zema Neto

---

### **SEMAD - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável**

---

#### **Secretária**

Marília Carvalho de Melo

---

### **IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas**

---

#### **Diretor Geral**

Marcelo da Fonseca

#### **Diretora de Operações e Eventos Críticos**

Wanderlene Ferreira Nacif

#### **Gerente de Monitoramento de Qualidade das Águas**

Katiane Cristina de Brito Almeida

© 2020 Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM

**Equipe Técnica**

Carolina Cristiane Pinto, Engenheira Química

Mariana Elissa Vieira de Souza, Geógrafa

Matheus Duarte Santos, Geógrafo

Marina Santos Oliveira, graduanda em Engenharia Ambiental

Regina Márcia Pimenta Assunção, Bióloga

Sérgio Pimenta Costa, Biólogo

Vanessa Kelly Saraiva, Química

**Normalização bibliográfica**

Márcia Beatriz Silva de Azevedo

Foto Capa: Igam

I59e Instituto Mineiro de Gestão das Águas.  
Encarte especial sobre a qualidade das águas do Rio Doce após 5 anos de rompimento da barragem de Fundão 2015-2020 / Instituto Mineiro de Gestão das Águas. --- Belo Horizonte: Igam, 2020.  
77 p.

1. Qualidade da água - monitoramento. 2. Análise da qualidade da água.  
3. Bacia Hidrográfica do Rio Doce. I. Título.

CDU: 556:550.4

Ficha catalográfica elaborada por Márcia Beatriz Silva de Azevedo - CRB 1934/6

IGAM

Rodovia João Paulo II, 4143 - Bairro Serra Verde - Belo Horizonte/MG  
Cidade Administrativa - CEP: 31630-900 – Telefone

[www.igam.mg.gov.br](http://www.igam.mg.gov.br)

## **APRESENTAÇÃO**

Após cinco anos do rompimento da barragem de Fundão, da Samarco Mineração S.A, localizada no município de Mariana/MG, os resultados do monitoramento das águas e sedimentos da área atingida pelos rejeitos indicam que a qualidade da água ainda precisa ser melhorada para atender toda a população atingida ao longo do Rio Doce nos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Deve-se, portanto, tornar-se mais ágil o processo de recuperação do rio, com ações de saneamento e recuperação das áreas degradadas para que o rio volte a ser um veículo de desenvolvimento e qualidade de vida para a população.

Destaca-se que o monitoramento da região afetada pelo desastre ambiental em Minas Gerais continuará a ser realizado pelo Igam, para a avaliação dos impactos ocasionados nos corpos de água. Desde o mês de outubro de 2016 o monitoramento, passou a ser realizado mensalmente nos 14 pontos do monitoramento especial das águas superficiais do rio Doce. A frequência de monitoramento poderá ser intensificada, caso seja necessário, de acordo com um plano de monitoramento emergencial.

Diretor Geral do Igam, Marcelo da Fonseca

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>4</b>
<b>1 HISTÓRICO DO MONITORAMENTO ESPECIAL DO RIO DOCE .....</b>	<b>5</b>
<b>2 PADRÕES DE QUALIDADE DE ÁGUA.....</b>	<b>9</b>
<b>3 ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO DOCE APÓS O PERÍODO DE CINCO ANOS DO ROMPIMENTO DE BARRAGEM DA SAMARCO .....</b>	<b>9</b>
3.1 Discussão dos resultados.....	11
3.1.1 Águas Superficiais .....	11
3.1.1.1 <i>Turbidez</i> .....	12
3.1.1.2 <i>Sólidos em suspensão totais</i> .....	17
3.1.1.3 <i>Condutividade elétrica in loco</i> .....	21
3.1.1.4 <i>Ferro dissolvido</i> .....	24
3.1.1.5 <i>Manganês total</i> .....	29
3.1.1.6 <i>Arsênio total e demais metais</i> .....	34
3.1.2 Metais e Arsênio em Sedimentos.....	46
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>57</b>
<b>INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES .....</b>	<b>59</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>61</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>63</b>

## **1 HISTÓRICO DO MONITORAMENTO ESPECIAL DO RIO DOCE**

O monitoramento da qualidade das águas na bacia hidrográfica do Rio Doce é realizado pelo Igam, por meio do Programa Águas de Minas, desde o ano de 1997. Este monitoramento contempla atualmente 65 estações de amostragem de água, nas quais são realizadas coletas e análises laboratoriais com periodicidade trimestral e avaliação de aproximadamente 50 parâmetros físico-químicos e hidrobiológicos.

O rompimento da Barragem de Fundão, da Samarco Mineração S.A, no dia 5/11/2015, em Mariana, causou diversos impactos socioeconômicos e ambientais na bacia do rio Doce, com várias implicações na qualidade da água na bacia hidrográfica, inclusive em toda a extensão do rio Doce.

Na ocasião do desastre foram lançados aproximadamente 44 milhões de metros cúbicos de lama, mistura de rejeito do processamento de minério de ferro e água, atingindo o córrego Santarém, o rio Gualaxo do Norte, o rio do Carmo e o rio Doce desde a sua formação até a sua foz. Neste trajeto, a lama percorreu aproximadamente 663 km.

Em decorrência do rompimento da barragem, o Igam intensificou o monitoramento já executado na bacia por meio da elaboração de um plano de monitoramento especial da qualidade das águas dos principais corpos de água afetados pelo desastre, realizado mensalmente em 14 estações com coletas de águas superficiais e de sedimentos no Rio Doce (chegou a ser diário nos primeiros dias após o desastre).

## Instituto Mineiro de Gestão das Águas

Quadro 1 – Descrição das estações de monitoramento avaliadas no rio Doce

Estações	Município	Descrição	Latitude (S)	Longitude (W)
RD011	Barra Longa	Rio Gualaxo do Norte próximo de sua foz no rio do Carmo, município de Barra Longa	20° 17' 9,81"	43° 3' 57,02"
RD071	Barra Longa	Rio do Carmo em Barra Longa	20° 16' 58,0"	43° 01' 56,00"
RD072	Rio Doce	Rio Doce no município de Rio Doce	19° 14' 51,00"	42° 53' 07,00"
RD019	Rio Casca e São Domingos do Prata	Rio Doce entre os municípios de Rio Casca e São Domingos do Prata	20° 0,1' 18,0"	42° 45' 0,80"
RD023	Marliéria e Pingo d'Água	Rio Doce entre os municípios de Marliéria e Pingo D'Água	19° 45' 35"	42° 29' 0,600"
RD033	Belo Oriente	Rio Doce no município de Belo Oriente	19° 19' 38,93"	42° 22' 32,97"
RD035	Ipatinga	Rio Doce no município de Ipatinga	19° 29' 18,99"	42° 29' 38,99"
RD083	Periquito	Rio Doce logo a jusante do município de Periquito	19° 5' 42,19"	42° 9' 17,1"
RD044	Governador Valadares	Rio Doce na cidade de Governador Valadares	18° 53' 0"	41° 57' 10,00"
RD045	Governador Valadares	Rio Doce no município de Conselheiro Pena	18° 51' 36,19"	41° 50' 1,35"
RD053	Tumiritinga	Rio Doce no município de Tumiritinga	18° 58' 10,19"	41° 38' 49,39"
RD058	Conselheiro Pena	Rio Doce no município de Conselheiro Pena	19° 9' 58,84"	41° 27' 35,69"
RD059	Resplendor	Rio Doce no município de Resplendor	19° 20' 45,71"	41° 14' 19,49"
RD067	Aimorés	Rio Doce no município de Aimorés	19° 30' 20,00"	41° 0' 47,00"

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Para o acompanhamento da situação da qualidade das águas após o rompimento da barragem de Fundão são avaliados mensalmente 18 parâmetros no monitoramento especial do rio Doce: condutividade elétrica *in loco*, oxigênio dissolvido, pH *in loco*, temperatura, sólidos totais, sólidos dissolvidos totais, sólidos em suspensão totais, turbidez e arsênio total, bem como os metais: alumínio dissolvido, ferro dissolvido, cobre dissolvido, cromo total, cádmio total,

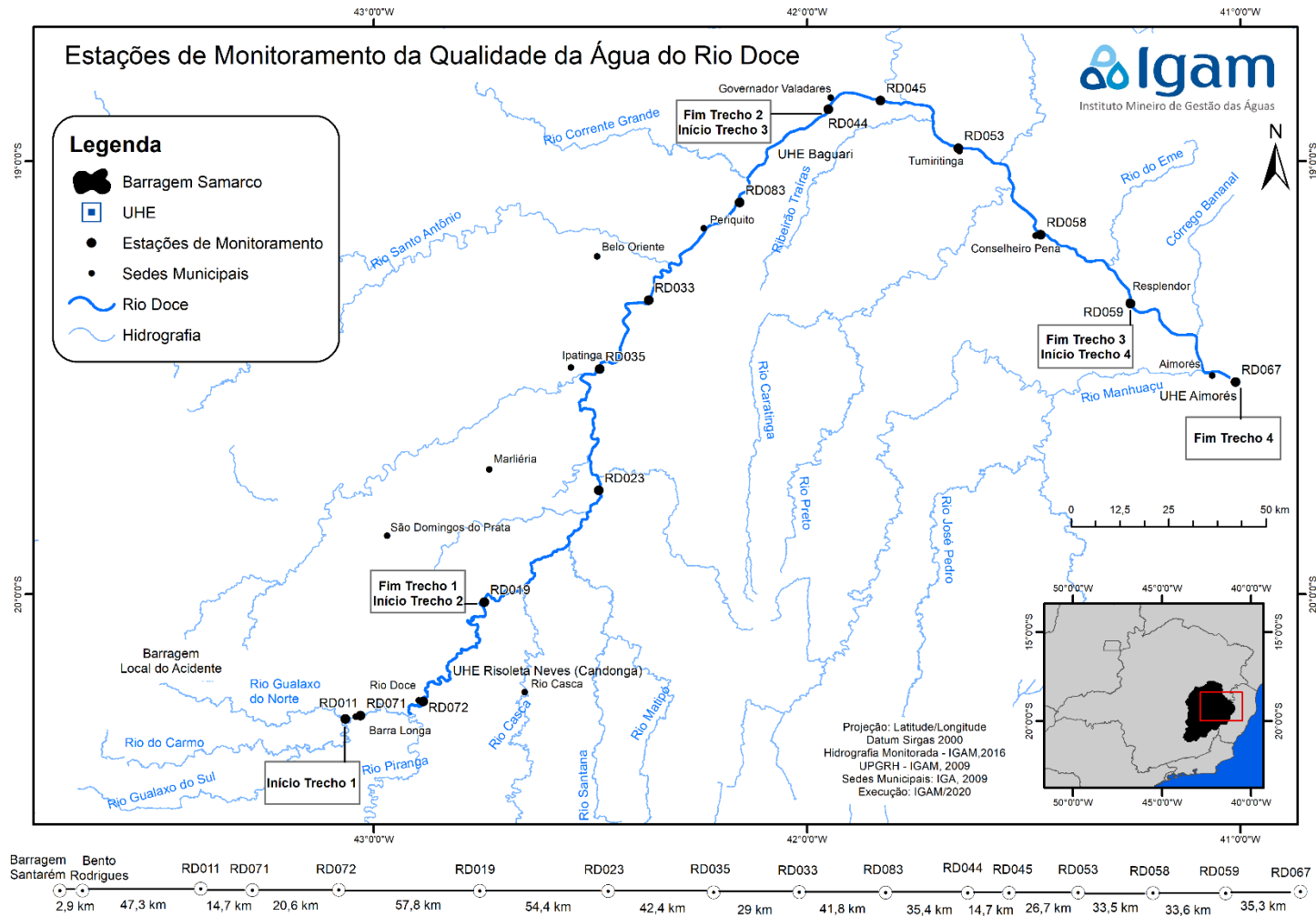


chumbo total, manganês total, mercúrio total e níquel total, bem como medições semestrais de metais em sedimentos.

Todos os resultados são consolidados periodicamente na forma de relatórios técnicos e boletins informativos, com o intuito de orientar as ações dos órgãos competentes, tanto na esfera estadual quanto na nacional, bem como para fornecer à sociedade o conhecimento da situação da qualidade das águas da bacia atingidas pelo desastre.

No Mapa 1 são apresentadas as estações de amostragem do monitoramento especial. A localização geográfica dessas estações de monitoramento, bem como a distância, em km, entre elas e a divisão por trecho.

Mapa 1 – Localização geográfica das estações de monitoramento especial do rio Doce, apresentadas por trecho



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

## 2 PADRÕES DE QUALIDADE DE ÁGUA

Os limites para os parâmetros físico-químicos e biológicos são definidos segundo um sistema de classificação com base na qualidade da água requerida para os usos prioritários dos recursos hídricos. As águas do rio Doce **não possuem proposta de enquadramento aprovada**. Contudo, o artigo 42 da Resolução Conama nº 357/2005 e o artigo 37 da Deliberação Normativa Conjunta Copam/CERH-MG nº 01/2008 estabelecem: “Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas Classe 2 [...]” (CONAMA, 2005; COPAM, CERH, 2008). Sendo assim, as **águas do rio Doce são consideradas Classe 2**.

## 3 ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA E DO SEDIMENTO DO RIO DOCE APÓS O PERÍODO DE CINCO ANOS DO ROMPIMENTO DE BARRAGEM DA SAMARCO

O objetivo deste capítulo é apresentar a evolução da qualidade das águas e sedimentos no rio Doce, decorridos cinco do rompimento da barragem de Fundão, ocorrido no dia 05/11/2015, no distrito de Bento Rodrigues, município de Mariana.

Para avaliação que corresponde ao período de quatro anos e meio de monitoramento da qualidade das águas, dividiram-se os dados em seis períodos, a saber:

- 1º período: pré-rompimento da Barragem de Fundão: 01/01/2010 a 31/10/2015;
- 2º período: 1º ano após o rompimento da Barragem de Fundão: 01/01/2016 a 31/12/2016;
- 3º período: 2º ano após o rompimento da Barragem de Fundão: 01/01/2017 a 31/12/2017;
- 4º período: 3º ano após o rompimento da Barragem de Fundão: 01/01/2018 a 30/12/2018;
- 5º período: 4º ano após o rompimento da Barragem de Fundão 01/01/2019 a 30/06/2019.
- 6º período: 5º ano após o rompimento da Barragem de Fundão 01/01/2020 a 31/07/2020.

Foram elaborados gráficos de percentis 25, 50, 75 e 90 para ilustrar o comportamento dos resultados dos parâmetros em cada um dos seis períodos analisados. Assim, o rio Doce e os principais tributários afetados foram avaliados como um todo e também foi realizada uma análise subdividindo-os em 4 trechos, separados entre si pelas Usinas Hidrelétricas (UHEs) Risoleta Neves, Baguari e Aimorés (Quadro 2).

Quadro 2 – Descrição dos trechos agrupados, para análise dos conjuntos de dados

Trecho	Descrição	Estações
1	Rios Gualaxo do Norte, do Carmo e Doce	RD011, RD071 e RD072
2	Rio Doce entre os municípios de São Domingos do Prata e Periquito	RD019, RD023, RD035, RD033 e RD083
3	Rio Doce entre os municípios de Governador Valadares e Conselheiro Pena	RD044, RD045, RD053, RD058 e RD059
4	Rio Doce em Aimorés	RD067





Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Além disso, foram elaboradas tabelas descritivas do comportamento dos dezoito parâmetros avaliados nos diversos pontos de amostragem, de acordo com seus valores máximos, médios e mínimos, na respectiva série histórica pré-rompimento da barragem, bem como nos períodos especificados (APÊNDICE A).

Esses valores são sinalizados de acordo com os limites definidos na Deliberação Normativa Conjunta Copam/CERH-MG nº 01/2008. Esses sinais representam, na cor verde, aqueles valores que se encontram em conformidade com a norma; na cor amarela, aqueles que estão em desacordo com a norma, atingindo até duas vezes o correspondente limite de classe; na cor vermelha, aqueles que estiverem entre acima de duas vezes e abaixo de quatro vezes o correspondente limite; e, na cor vermelha realçada, aqueles que estiverem acima de quatro vezes o limite dessa normatização. É necessário destacar que o parâmetro oxigênio dissolvido, ao contrário dos demais, apresenta limite mínimo, e não máximo.

Por isso, a sinalização desse parâmetro tem um significado diferenciado. Assim, ao invés do método descrito acima, no que couber, o sinal amarelo indica valores até a metade do limite estabelecido na referida Deliberação Normativa; o vermelho, valores até um quarto do limite; e o vermelho realçado, valores abaixo de um quarto do limite normativo. Por fim, condutividade elétrica *in loco*, sendo um parâmetro sem limite na normatização, não é sinalizado (Quadro 3).

Quadro 3 – Sinalização e significado dos valores expressos nas tabelas do Apêndice A

Sinal	Significado*
	Valor em conformidade com a norma, para o parâmetro
	Valor em desconformidade com a norma, atingindo até 2 vezes o limite
	Valor em desconformidade com a norma, acima de 2 vezes o limite e até 4 vezes o limite
	Valor em desconformidade com a norma, acima de 4 vezes o limite

\*exceto oxigênio dissolvido

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Após o rompimento da barragem, o Igam também iniciou o monitoramento de sedimentos para análise de metais. Esse monitoramento foi realizado mensalmente no período de janeiro a outubro de 2016 quando passou a ser semestral, nas 14 estações com coletas de águas superficiais. Para ilustrar o comportamento dos resultados dos parâmetros, no período analisado, foram elaborados gráficos de dispersão.

### 3.1 Discussão dos resultados

#### 3.1.1 Águas Superficiais

Os gráficos apresentados a seguir contemplam a análise estatística dos resultados obtidos no monitoramento especial e na série histórica do Igam, no período pré-rompimento e nos anos após o rompimento da barragem de Fundão, até o 1º semestre de 2020, nas águas do rio Doce. Após o rompimento da barragem da Samarco, a qualidade das águas do rio Doce sofreu alteração em diversos parâmetros monitorados, principalmente aqueles associados à presença de sólidos.

Os parâmetros avaliados (Gráficos 1 a 33) no presente encarte são: turbidez, sólidos em suspensão totais, sólidos dissolvidos totais, condutividade elétrica *in loco*, ferro dissolvido, manganês total, alumínio dissolvido, arsênio total, cobre dissolvido, níquel

total, cromo total, cádmio total e chumbo total, além dos resultados de arsênio e metais em sedimentos.

Além disso, no Apêndice A, são apresentados os valores máximos, médios e mínimos medidos em cada estação, para série histórica, para os anos de 2016 a 2019 e 1º semestre de 2020, para todos os dezoito parâmetros avaliados no monitoramento especial.

### *3.1.1.1 Turbidez*

No Gráfico 1 é apresentada a análise estatística dos resultados de turbidez no período pré-rompimento, nos quatro primeiros anos após o rompimento da barragem de Fundão e o 1º semestre de 2020, para todos os trechos avaliados da bacia. Ao avaliar o comportamento geral dos trechos impactados pelo rompimento da barragem observa-se um aumento expressivo no 1º ano após o rompimento, seguido de uma redução gradual nos anos seguintes até o ano de 2019.

Esse fato pode ser confirmado ao comparar os valores de mediana que passaram de 137,0 NTU no 1º ano após o rompimento para 16,4 NTU em 2019. O valor mediano de turbidez no período pré-rompimento é de 14,55 NTU. Diferentemente, no 1º semestre de 2020 o que se observa é uma elevação no valor mediano (127 NTU).

No período chuvoso de 2020 ocorreram chuvas intensas e atípicas, com índices pluviométricos que superaram as médias históricas das últimas décadas na bacia do Rio Doce. As chuvas registradas em janeiro de 2020 provocaram um aumento significativo no nível e vazão dos rios da bacia e, conseqüentemente, o alagamento das suas margens e várzeas, bem como o aumento da capacidade de transportes de sedimentos (FEAM, 2020).

Os resultados de turbidez do 1º semestre de 2020 retrataram a interferência das chuvas sobre a qualidade das águas, pois o aumento do escoamento superficial e da vazão do rio acarretam a remobilização do material depositado no leito do rio e nas margens.

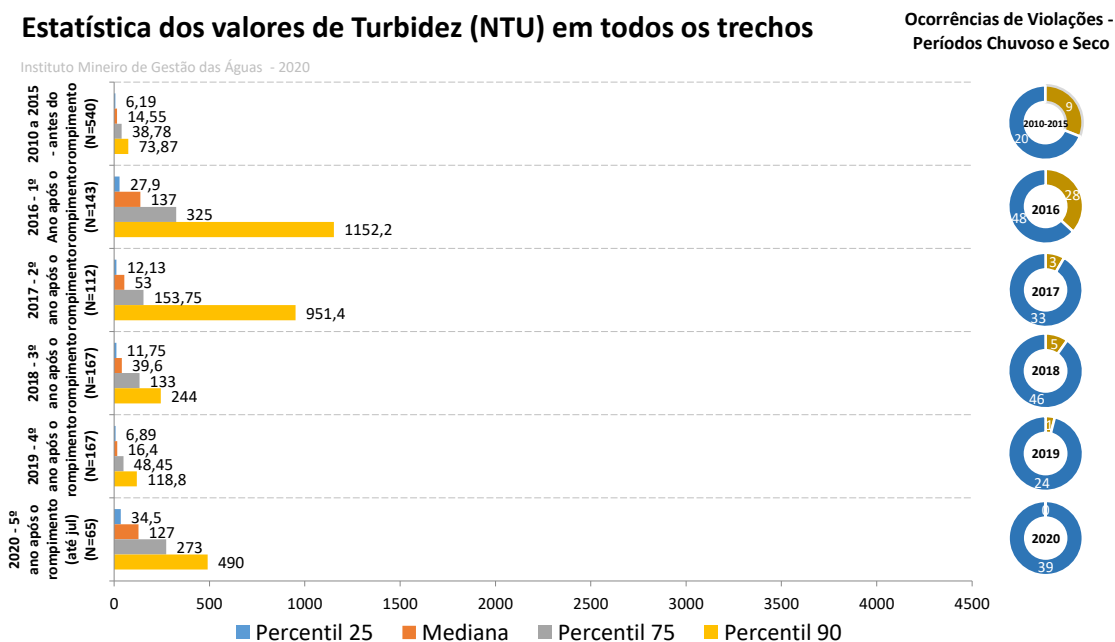
No que se refere a violação do limite de classe 2 (100 NTU), observa-se que na série histórica antes do rompimento (entre jan/2010 e out/2015) pelo menos 90% dos resultados estiveram em conformidade com o limite de classe (abaixo de 73,9 NTU). Durante este período, dos 540 resultados, 29 estiveram acima do limite de classe, sendo que 20 destes

ocorreram no período de chuva (meses de janeiro e outubro) e apenas 9 no período de seca (meses de abril e julho). Porém após o rompimento os percentis que apresentaram valores acima de 100 NTU foram registrados em mais de 50% dos dados em 2016 e em mais de 25% dos dados em 2017 e 2018. No ano de 2019, 10% dos resultados estiveram acima de 118,8 NTU, e dos 167 resultados, 25 estiveram acima do limite de classe (24 destes ocorreram no período de chuva e apenas 1 no período de seca).

Considerando o número de resultados e o número de violações em cada ano, observou-se que o percentual de violação também apresentou uma redução gradual: em 2016, 53,14% dos resultados violaram o limite legal, em 2017 foram 32,14%, em 2018 30,53% e em 2019 somente 14,97% dos resultados violaram o limite.

Contudo, no quinto ano após o rompimento, registrou-se uma elevação dos valores, considerando os 6 primeiros meses, com 50% dos resultados acima de 127 NTU. Ao avaliar o número de violações observa-se que das 65 análises realizadas no 1º semestre de 2020, 39 apresentaram violação do limite de classe, sendo todas registradas na estação chuvosa. Observa-se o comportamento sazonal dos resultados, uma vez que a grande maioria das violações ocorreu no período chuvoso para ambos os períodos avaliados.

Gráfico 1 – Análise estatística dos resultados de turbidez no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Nos Gráficos 2 a 5 são apresentadas as análises estatísticas dos resultados de turbidez no período pré-rompimento, nos quatro primeiros anos após o rompimento da barragem de Fundão e o 1º semestre de 2020, separados pelos trechos 1, 2, 3 e 4.

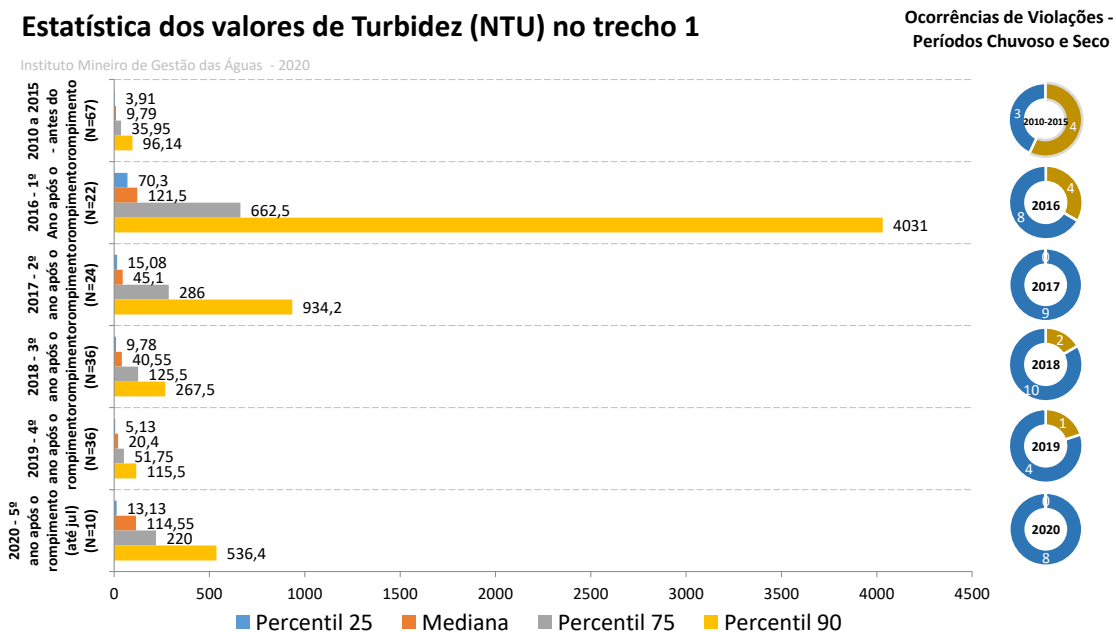
Na comparação entre os quatro trechos observa-se que o 1º trecho foi o mais impactado, especialmente no 1º ano após o rompimento, uma vez que apresentou os maiores valores dos percentis 75 e 90 em relação aos demais trechos. Observa-se ainda uma redução ao longo dos anos a partir do 1º ano após o rompimento, principalmente nos trechos 1 e 2, onde observou-se redução bastante expressiva dos percentis, por exemplo, no trecho 1, no qual o percentil 75 passou de 662,5 NTU em 2016 para 51,75 NTU em 2019. Mas, conforme mencionado acima, ocorreu elevação dos valores de turbidez no 1º semestre de 2020, em todos os trechos.

Na avaliação dos trechos 3 e 4, os impactos do rompimento da barragem foram menores quando comparados com os trechos de montante, tendo apresentado uma redução gradativa nos quatro últimos anos. No 1º semestre de 2020, também se notou a elevação dos níveis de turbidez, consequência do período chuvoso, que promoveu a remobilização do material depositado no curso de água e nas margens.



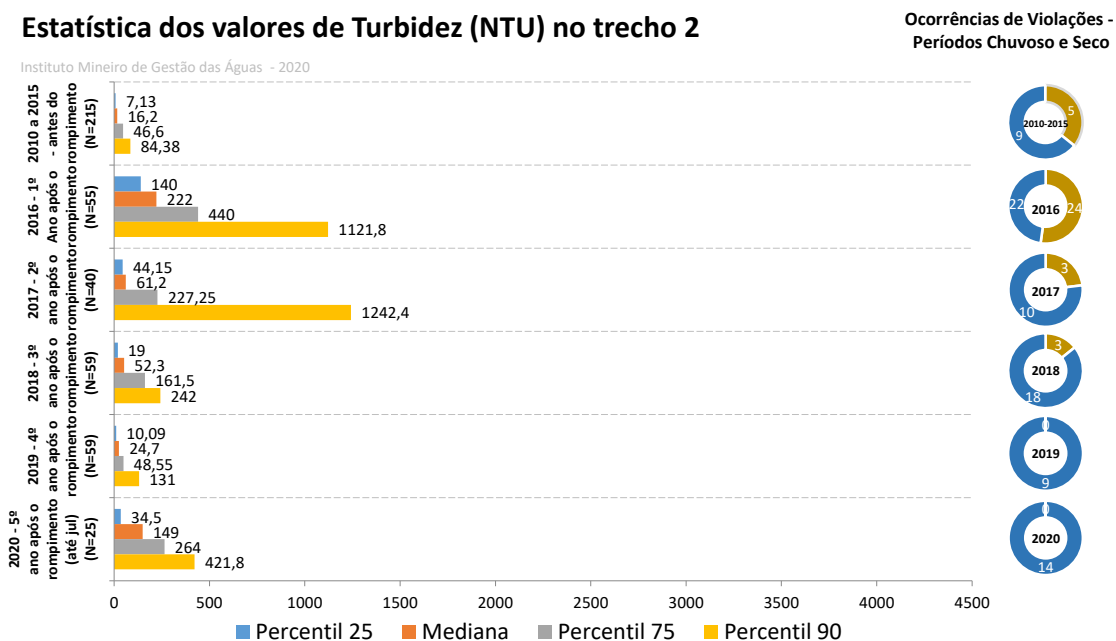
Os resultados de turbidez demonstram o impacto do rompimento da barragem de Fundão sobre as águas do rio Doce. Após o primeiro ano do rompimento, observou-se uma tendência de redução nos valores, à exceção do 1º semestre de 2020.

Gráfico 2 – Análise estatística dos resultados de turbidez no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 1



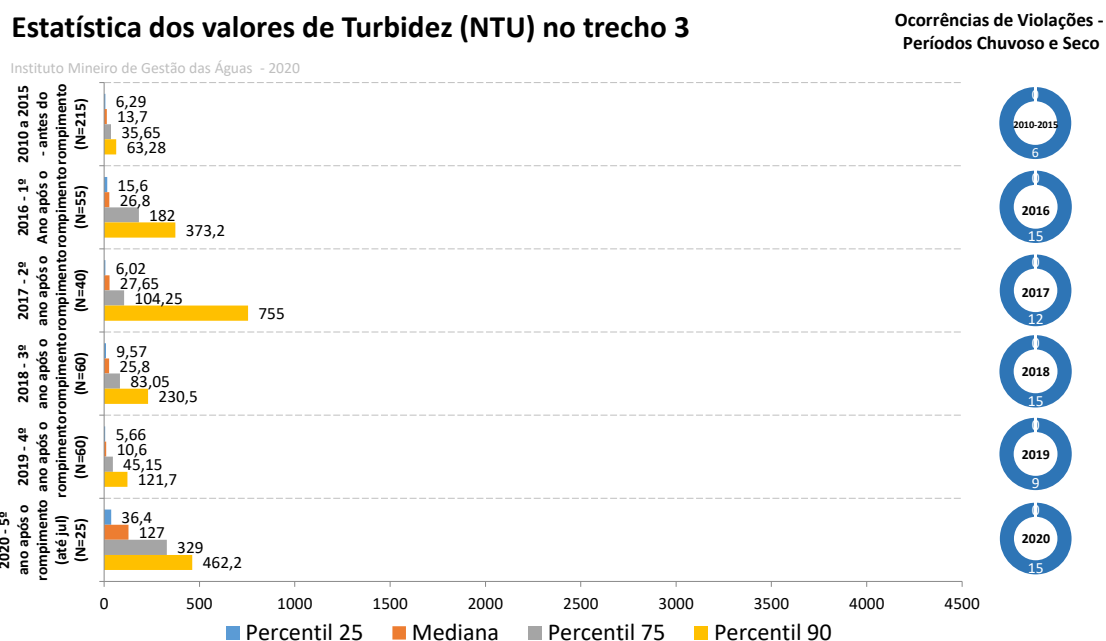
Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Gráfico 3 – Análise estatística dos resultados de turbidez no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 2



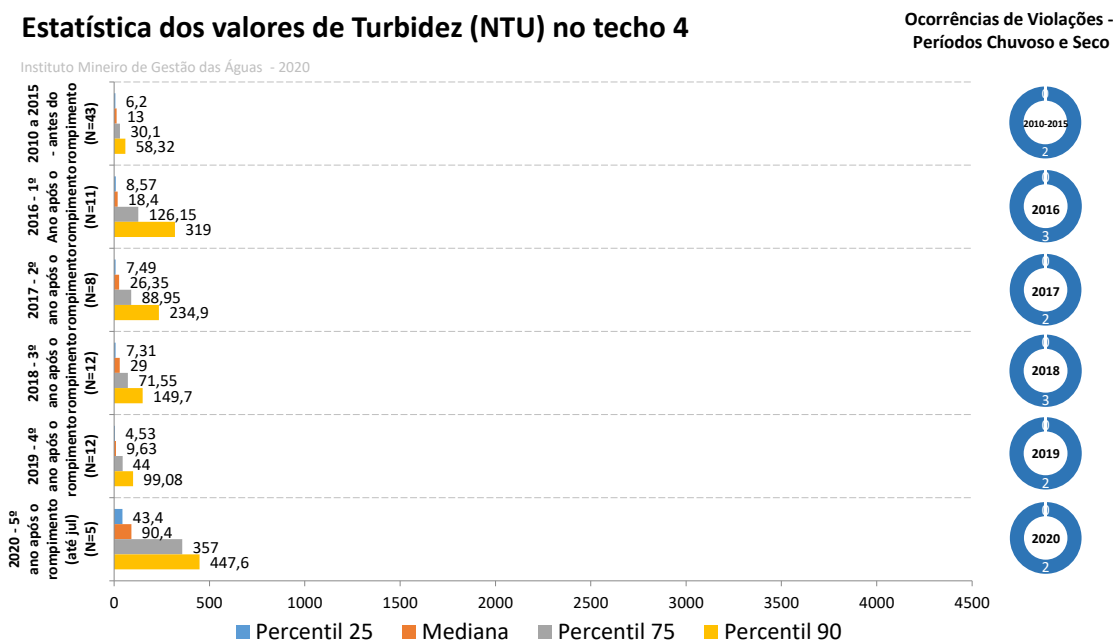
Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Gráfico 4 – Análise estatística dos resultados de turbidez no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 3



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Gráfico 5 – Análise estatística dos resultados de turbidez no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão no trecho 4



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

*3.1.1.2 Sólidos em suspensão totais*

No Gráfico 6 é apresentada a análise estatística dos resultados de sólidos em suspensão totais no período pré-rompimento, nos quatro primeiros anos após o rompimento da barragem de Fundão e o 1º semestre de 2020, para todos os trechos avaliados da bacia. Ao avaliar o comportamento geral do rio Doce e dos principais afluentes impactados pelo rompimento da barragem observa-se um comportamento semelhante ao da turbidez: piora expressiva no 1º ano após o rompimento e uma redução gradual nos anos seguintes.

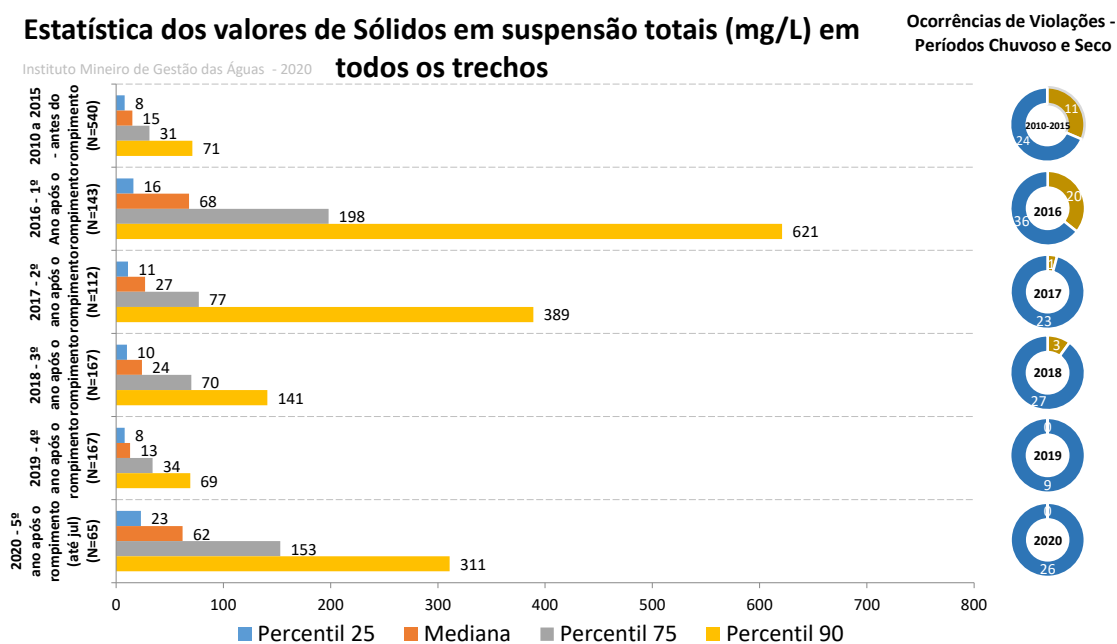
Esse fato pode ser confirmado ao comparar os valores de mediana: 15,0 mg/L no pré-rompimento, 68,0 mg/L no 1º ano após o rompimento, 27,0 mg/L em 2017, 24 mg/L em 2018 e 13 mg/L em 2019. Em 2020, ocorreu uma elevação, considerando os 6 primeiros meses, passando a registrar mediana de 62,0 mg/L, valor próximo ao do primeiro ano após o rompimento. Observa-se novamente o comportamento sazonal dos resultados, uma vez que a grande maioria das violações foi registrada no período chuvoso para ambos os períodos avaliados.

No que se refere à violação do limite de classe 2 (100 mg/L), observa-se que na série histórica antes do rompimento (entre jan/2010 e out/2015) pelo menos 90% dos resultados estiveram em conformidade com o limite de classe.

Porém, após o rompimento, valores acima de 100 mg/L foram registrados em 39,16% dos dados em 2016 (dos 143 resultados de sólidos em suspensão totais obtidos, 56 estiveram acima do limite de classe) e em 21,43% dos dados em 2017 (dos 112 resultados de sólidos em suspensão totais obtidos, 24 estiveram acima do limite de classe). No terceiro e quarto anos após o rompimento também se registrou redução nas violações: em 2018, 17,96% dos resultados estiveram acima do limite legal, e em 2019 esse percentual foi de apenas 5,39%.

No quinto ano após o rompimento, verificou-se elevação nos valores considerando os 6 primeiros meses, com valor mediano de 62,0 mg/L e percentil 90 igual a 311 mg/L. Ao avaliar o número de violações, observa-se que das 65 análises realizadas no 1º semestre de 2020, somente 26 amostras extrapolaram o limite de classe, sendo que essas violações ocorreram na estação chuvosa.

Gráfico 6 – Análise estatística dos resultados de sólidos em suspensão totais no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Nos Gráficos 7 a 10 é apresentada a análise estatística dos resultados de sólidos em suspensão totais no período pré-rompimento, nos quatro primeiros anos após o rompimento da barragem de Fundão e o 1º semestre de 2020, separados pelos trechos 1, 2, 3 e 4. Considerando os quatro trechos, observa-se que o 1º trecho foi o mais impactado, especialmente nos dois primeiros anos após o rompimento, uma vez que apresentou os maiores valores dos percentis 75 e 90 em relação aos demais trechos. Comportamento similar também foi observado para turbidez, corroborando o impacto do rompimento da barragem de Fundão sobre as águas do rio Doce.

Nos trechos 3 e 4 os impactos do rompimento da barragem foram menores na comparação com os trechos de montante, chegando a apresentar registros de violação inferior a 20% do total de resultados, mesmo no 1º ano após o rompimento (2016).

No primeiro semestre de 2020 todos os trechos apresentaram violação ao limite de classe (100 mg/L), sendo que no trecho 3 (Rio Doce entre os municípios de Governador Valadares e Conselheiro Pena) o número de violações foi o maior, com 10 resultados acima do limite legal. O comportamento sazonal também é notado para os sólidos em suspensão, visto que nos anos avaliados a maioria das violações ocorreram nos períodos de chuva.

Gráfico 7 – Análise estatística dos resultados de sólidos em suspensão totais no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 1

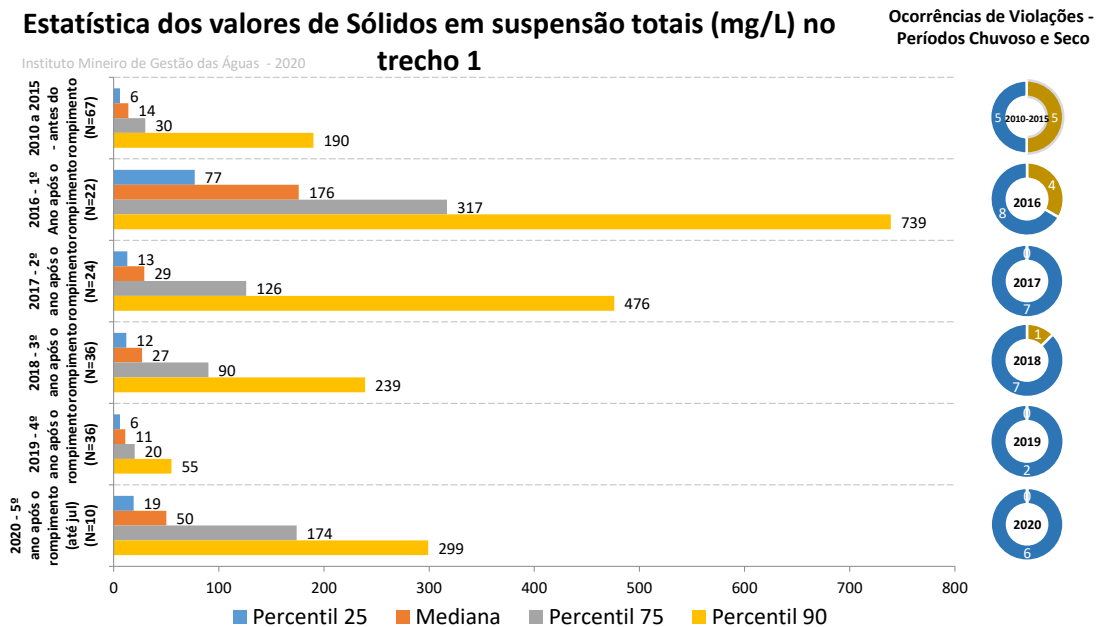


Gráfico 8 – Análise estatística dos resultados de sólidos em suspensão totais no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 2

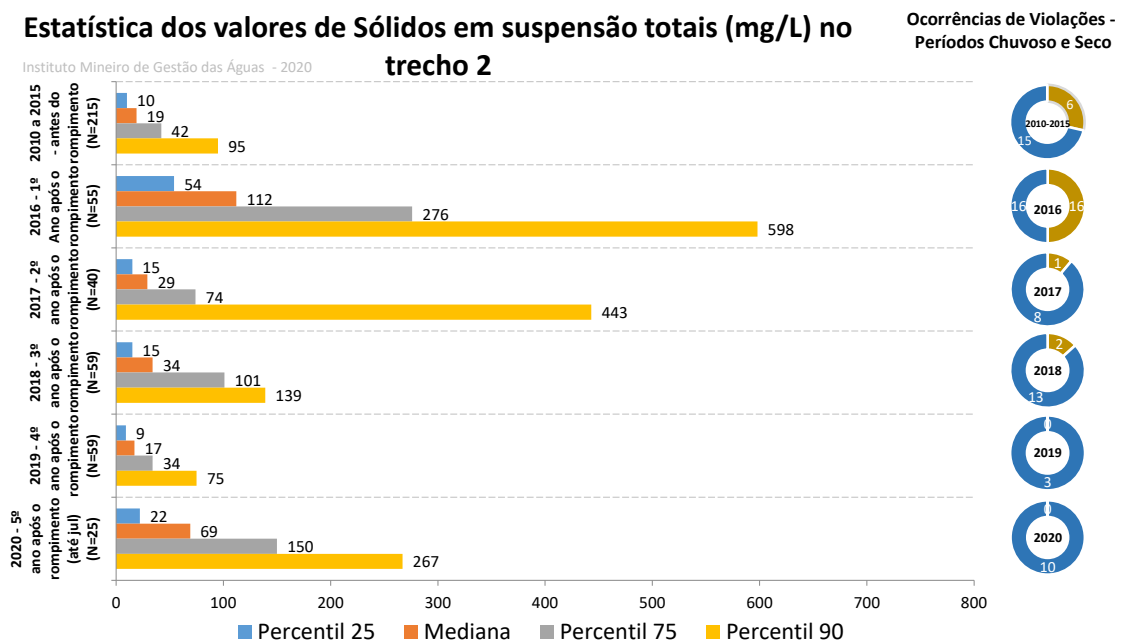
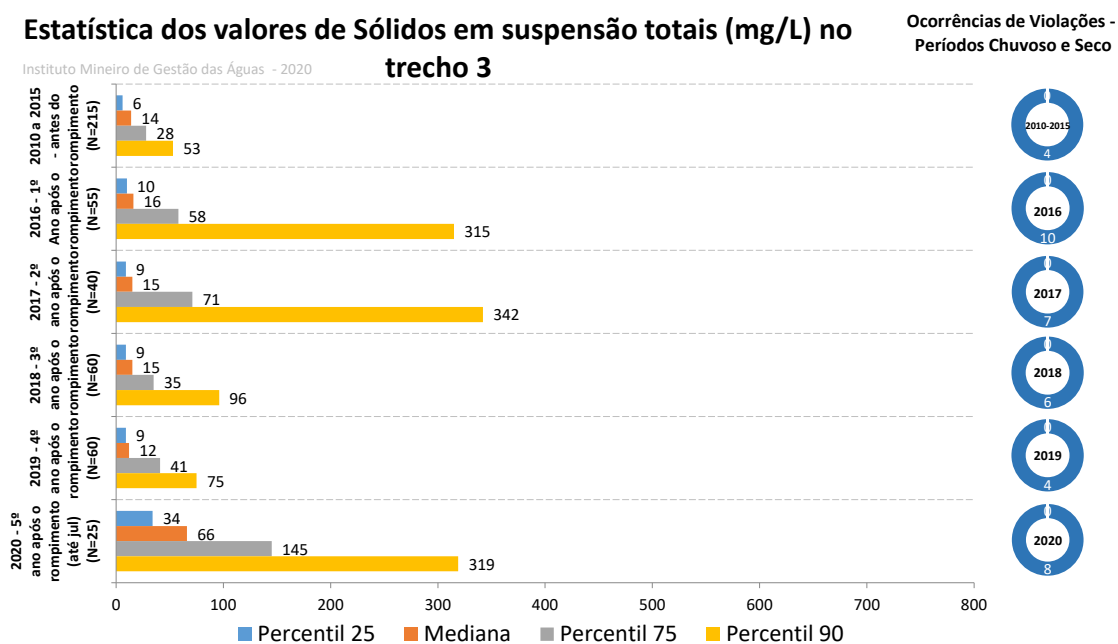
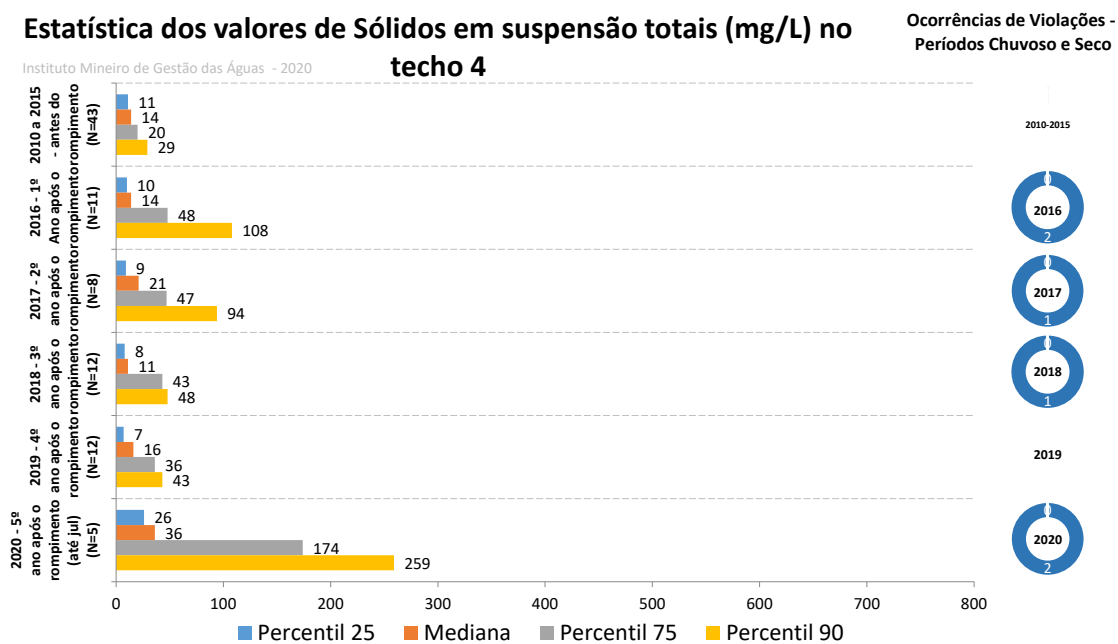


Gráfico 9 – Análise estatística dos resultados de sólidos em suspensão totais no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 3



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Gráfico 10 – Análise estatística dos resultados de sólidos em suspensão totais no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 4



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

3.1.1.3 Condutividade elétrica *in loco*

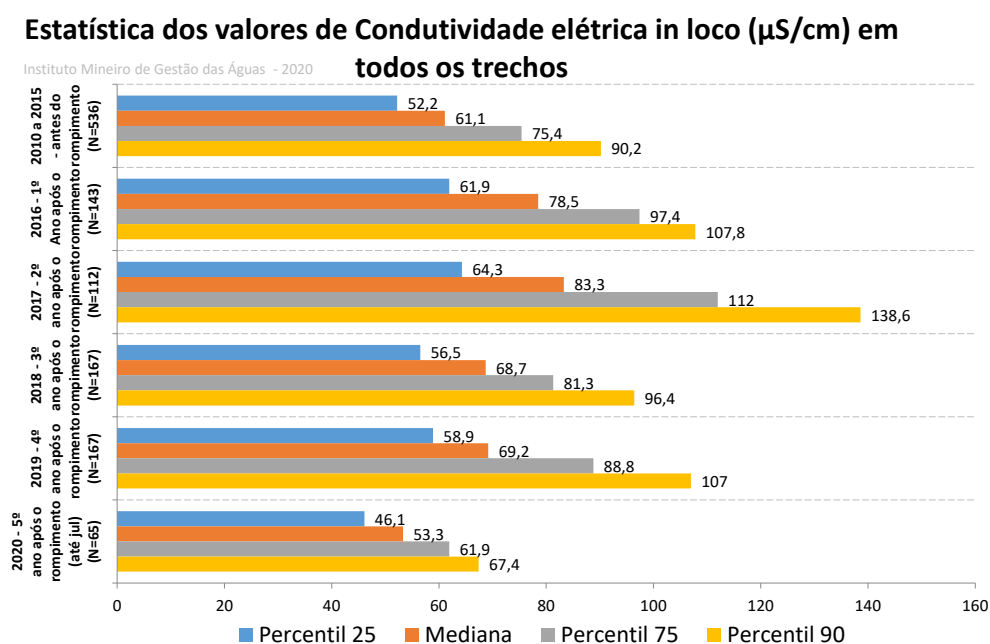
No Gráfico 11 é apresentada a análise estatística dos resultados de condutividade elétrica *in loco* no período pré-rompimento, nos quatro primeiros anos após o rompimento da barragem de Fundão e o 1º semestre de 2020, para todos os trechos avaliados da bacia.

Ao avaliar o comportamento geral dos trechos impactados pelo rompimento da barragem observa-se uma elevação ao longo dos anos após o rompimento e uma redução no ano de 2018 e em 2019, sendo que nesses dois últimos anos os valores dos percentis são próximos. Esse fato pode ser confirmado ao comparar os valores de mediana: 61,1 µS/cm no pré-rompimento, 78,5 µS/cm no 1º ano após o rompimento, 83,3 µS/cm em 2017, 68,7 µS/cm em 2018 e 69,2 em 2019.

No 1º semestre de 2020, verificaram-se os menores valores de condutividade elétrica desde rompimento. Os níveis registrados também são inferiores àqueles da série histórica. Observando-se os valores de percentis, 90% dos resultados foram inferiores a 67,4 µS/cm.

Na Deliberação Normativa Conjunta Copam/CERH/MG nº 01/2008 não há limite estabelecido para o parâmetro condutividade elétrica, contudo, em geral, níveis superiores a 100 µS/cm indicam ambientes impactados.

Gráfico 11 – Análise estatística dos resultados de condutividade elétrica *in loco* no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce



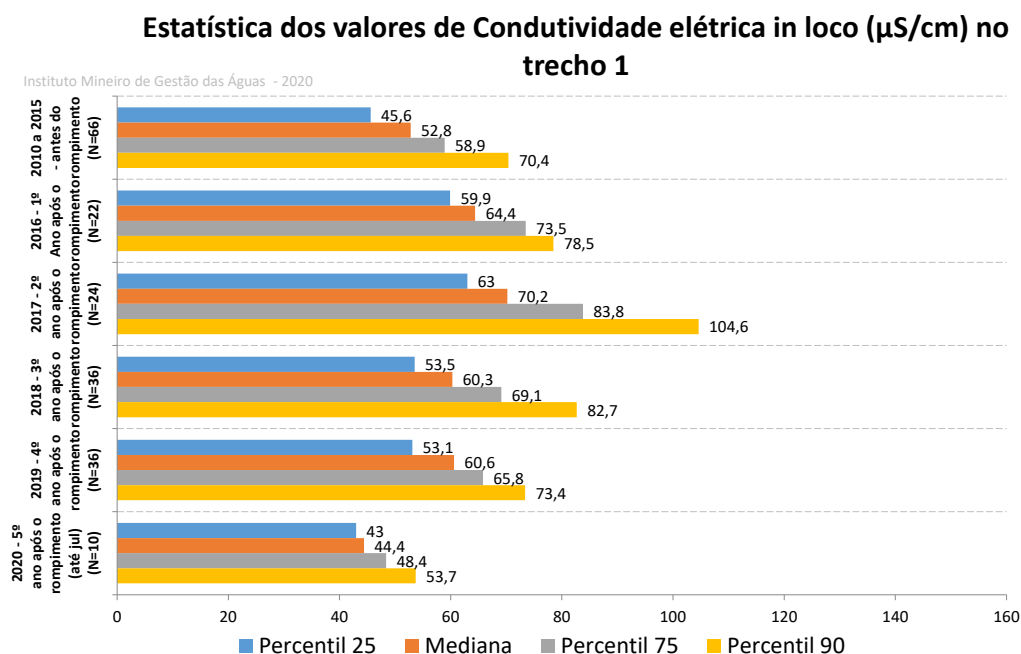
Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Nos Gráficos 12 a 15 é apresentada a análise estatística dos resultados de condutividade elétrica *in loco* no período pré-rompimento, nos quatro primeiros anos após o rompimento da barragem de Fundão e o 1º semestre de 2020, separados pelos trechos 1, 2, 3 e 4.

Ao avaliar os resultados de condutividade elétrica verifica-se que os valores apresentam uma elevação ao longo do tempo, a partir do 1º ano após o rompimento da barragem, chegando a atingir os maiores percentis para todos os trechos no ano de 2017. Entretanto, no ano de 2018, 2019 e no primeiro semestre de 2020 se observa uma redução dos percentis em todos os trechos avaliados, aproximando-se dos valores obtidos no período pré-rompimento.

No trecho 1, por exemplo, os valores de mediana passaram de 52,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$  antes do rompimento para 64,4  $\mu\text{S}/\text{cm}$  em 2016, para 70,2  $\mu\text{S}/\text{cm}$  em 2017, para 60,3  $\mu\text{S}/\text{cm}$  em 2018, para 60,6  $\mu\text{S}/\text{cm}$  em 2019 e registra-se mais uma redução no 1º semestre de 2020, com o valor de 44,4  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

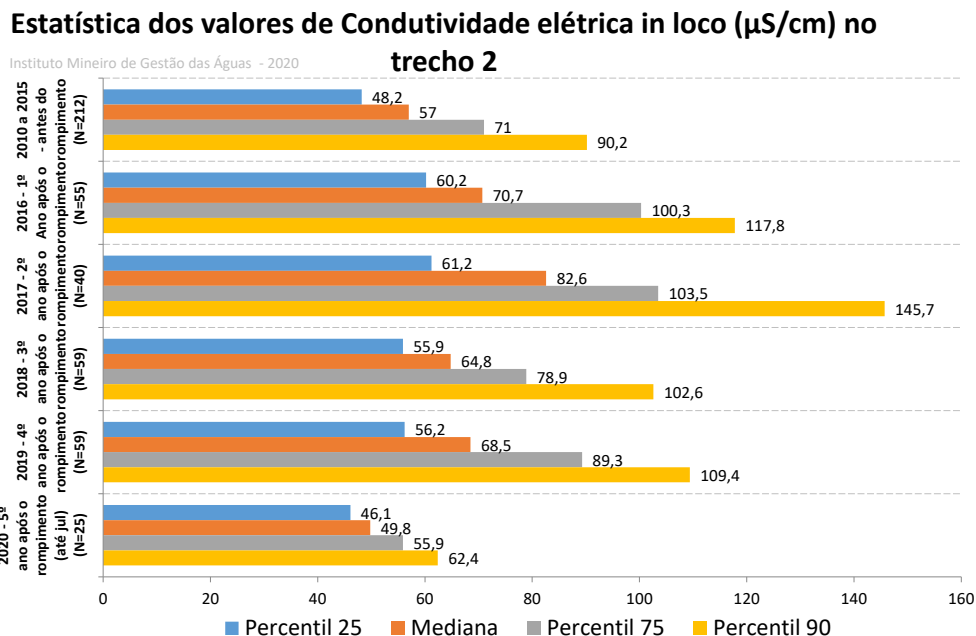
Gráfico 12 – Análise estatística dos resultados de condutividade elétrica *in loco* no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 1



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

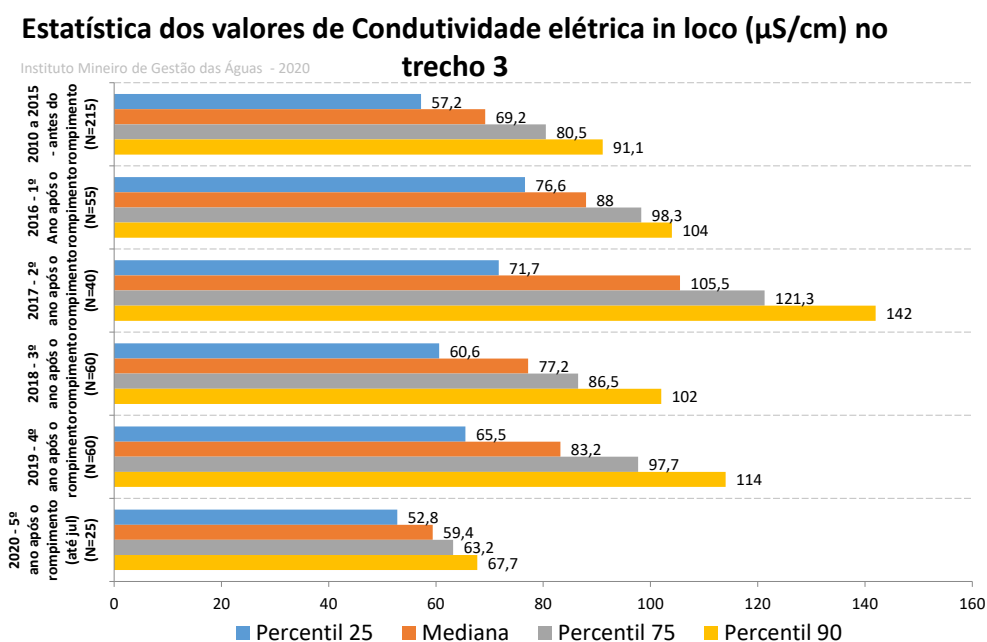


Gráfico 13 – Análise estatística dos resultados de condutividade elétrica *in loco* no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 2



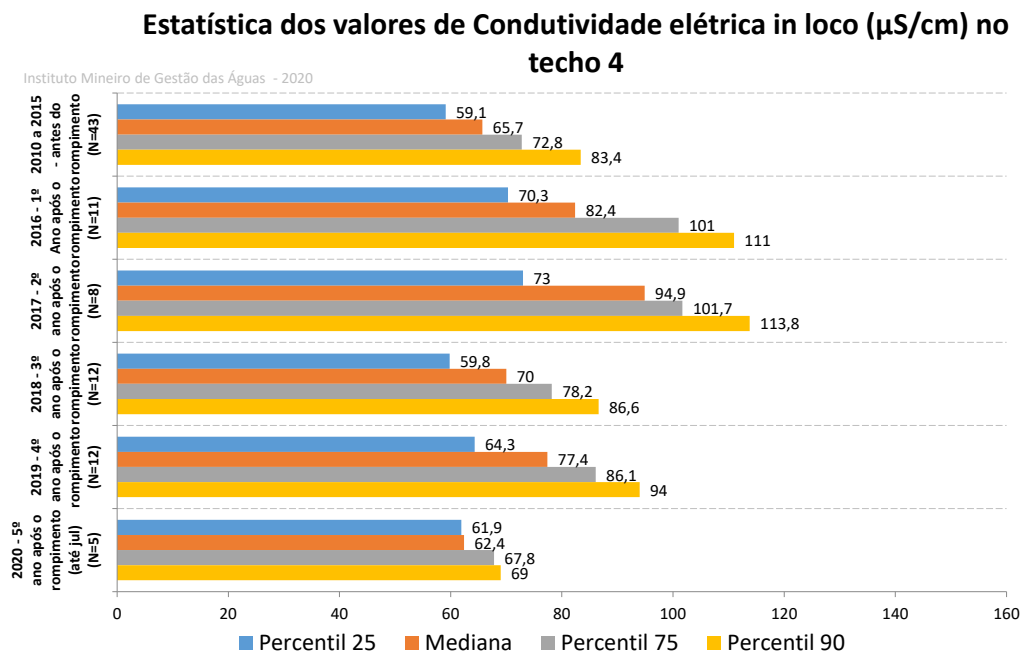
Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Gráfico 14 – Análise estatística dos resultados de condutividade elétrica *in loco* no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 3



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Gráfico 15 – Análise estatística dos resultados de condutividade elétrica *in loco* no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 4



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

### 3.1.1.4 Ferro dissolvido

No Gráfico 16 é apresentada a análise estatística dos resultados de ferro dissolvido no período pré-rompimento, nos quatro primeiros anos após o rompimento da barragem de Fundão e o 1º semestre de 2020, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce.

Os valores de ferro dissolvido sofreram pouca variação na comparação entre a série histórica e os dois primeiros anos após o rompimento (2016 e 2017). Foi observada uma pequena elevação no 1º ano logo após o rompimento, na comparação com o período pré-rompimento, uma vez que a mediana apresentou elevação passando de 0,128 mg/L no período pré-rompimento para 0,175 mg/L em 2016 e 0,143 mg/L em 2017. Há que se considerar que todas as variações dos percentis ocorreram a partir da segunda casa decimal, não refletindo, portanto, uma elevação dos valores.

Já nos anos seguintes (2018 a 2020) observa-se que a mediana apresentou uma elevação com valor igual a 0,245 mg/L em 2018, 0,224 mg/L em 2019 e 0,365 mg/L em 2020 (1º semestre).

Apesar do ferro ser um dos principais constituintes do material proveniente do rompimento da barragem de Fundão, esse metal no estado ferroso ( $\text{Fe}^{+2}$ ) forma compostos solúveis, principalmente hidróxidos. Em ambientes oxidantes, tais como águas superficiais, o  $\text{Fe}^{+2}$  passa a  $\text{Fe}^{+3}$  dando origem ao hidróxido férrico, que é insolúvel, assim espera-se que a maior parte do ferro esteja associado ao particulado em suspensão na forma de ferro total nos períodos mais próximos ao rompimento de Fundão. Contudo, no presente relatório a análise de ferro é feita na forma dissolvida, que possui limite de classe estabelecido na Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG 01/08.

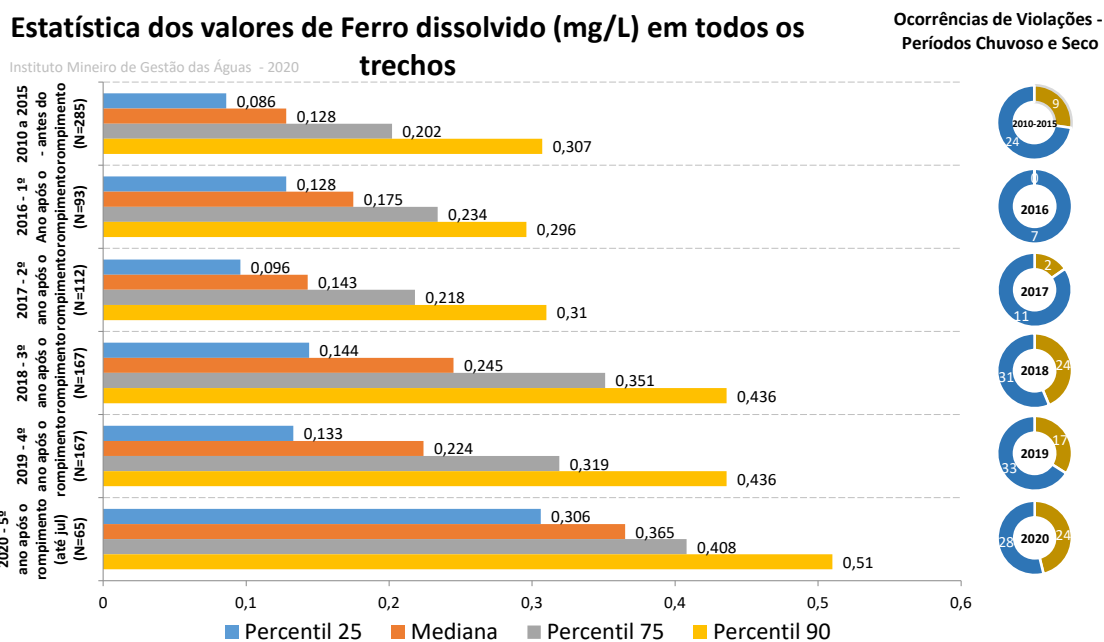
Há que se considerar que, apesar da pequena elevação observada nos teores de ferro a partir do 3º ano do rompimento da barragem, esse aumento pode indicar que a presença do rejeito na calha do rio Doce está se comportando como uma fonte contínua desse elemento para a coluna d'água e provocando elevação dos teores ao longo dos anos.

No que se refere à violação ao limite de classe 2 (0,3 mg/L) observa-se que na série histórica antes do rompimento (entre jan/2010 e out/2015) e nos 2 anos após o rompimento, cerca de 90% dos resultados estiveram em conformidade com o limite de classe.

Entretanto, a partir de 2018 os percentis sofreram elevação. Valores acima do limite legal (0,3 mg/L) foram registrados em 32,93% dos dados em 2018 (dos 167 resultados de ferro dissolvido obtidos, 55 estiveram acima do limite de classe); 29,94% em 2019; e em 2020 (1º semestre) foi atingindo o maior percentual com 80% de violação (dos 65 resultados obtidos, 52 estiveram acima do limite de classe).

Observa-se que o comportamento sazonal verificado para os parâmetros turbidez e sólidos em suspensão totais não é verificado para o ferro dissolvido, cujas ocorrências foram registradas tanto na chuva, quando no período seco.

Gráfico 16 – Análise estatística dos resultados de ferro dissolvido no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Nos Gráficos 17 a 20 é apresentada a análise estatística dos resultados de ferro dissolvido no período pré-rompimento, nos quatro primeiros anos após o rompimento da barragem de Fundão e o 1º semestre de 2020, separados pelos trechos 1, 2, 3 e 4.

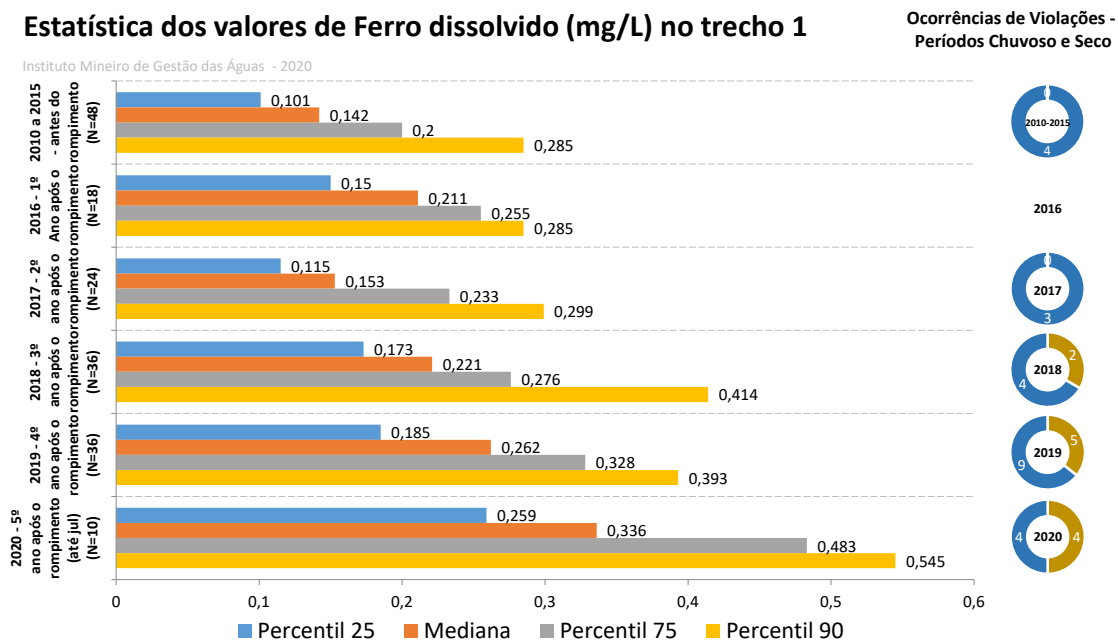
O comportamento destacado para todo o trecho se repete na comparação entre os 4 trechos e os períodos avaliados: os valores de ferro dissolvido sofreram pouca variação na comparação entre a série histórica e os dois anos após o rompimento (2016 e 2017). E as diferenças entre os percentis também se deram a partir da segunda casa decimal, não refletindo, portanto, uma elevação ou redução dos valores.

Contudo, em 2018, 2019 e no 1º semestre de 2020 praticamente todos os percentis de todos os trechos apresentaram elevação. Registra-se que as medianas dos 4 trechos obtidas no 1º semestre de 2020 foram as mais elevadas na comparação com os anos anteriores.

No que se refere ao limite de classe observou-se que percentis acima deste limite (0,3 mg/L) foram encontrados em torno 10% dos dados tanto no período pré-rompimento, quanto nos 2 anos após o rompimento (2016 e 2017) para os quatro trechos avaliados. Já

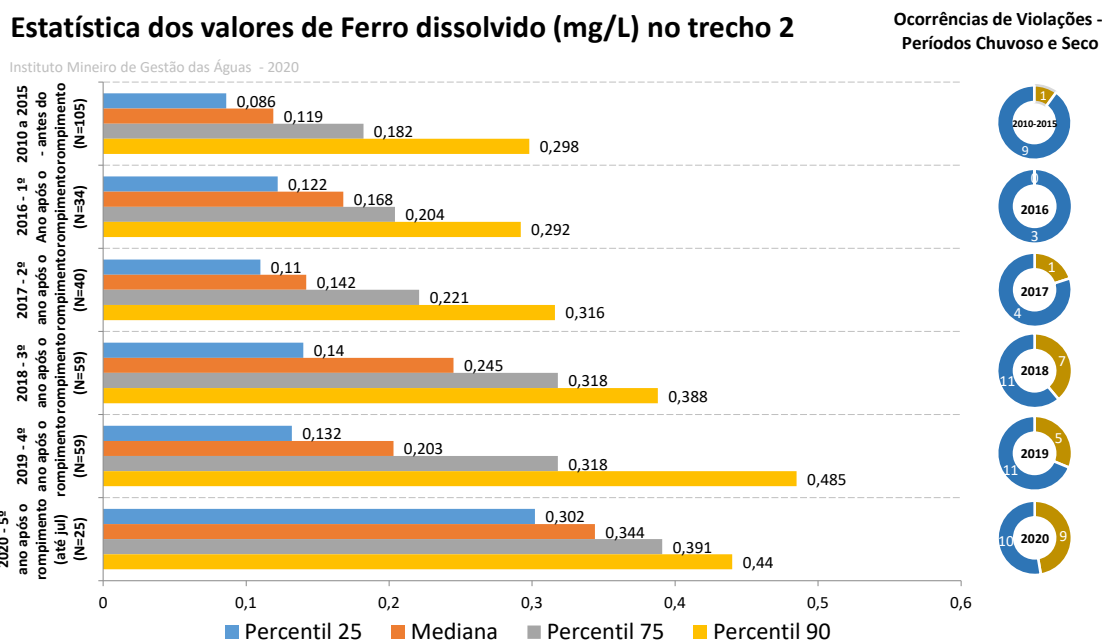
no ano de 2018 e 2019 todos os trechos estiveram em desconformidade com o limite de classe, com o percentual de violação variando entre 16 e 45% dos resultados. No primeiro semestre de 2020, ocorreu elevação considerável em todos os trechos, apresentando desconformidade com o limite de classe superiores a 75%.

Gráfico 17 – Análise estatística dos resultados de ferro dissolvido no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 1



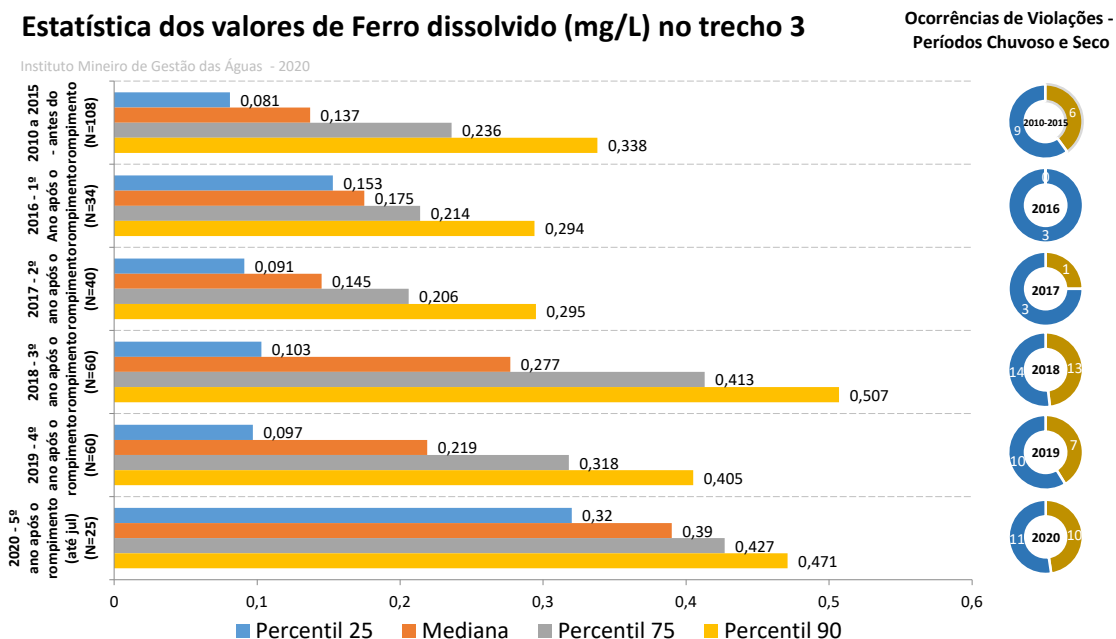
Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Gráfico 18 – Análise estatística dos resultados de ferro dissolvido no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 2



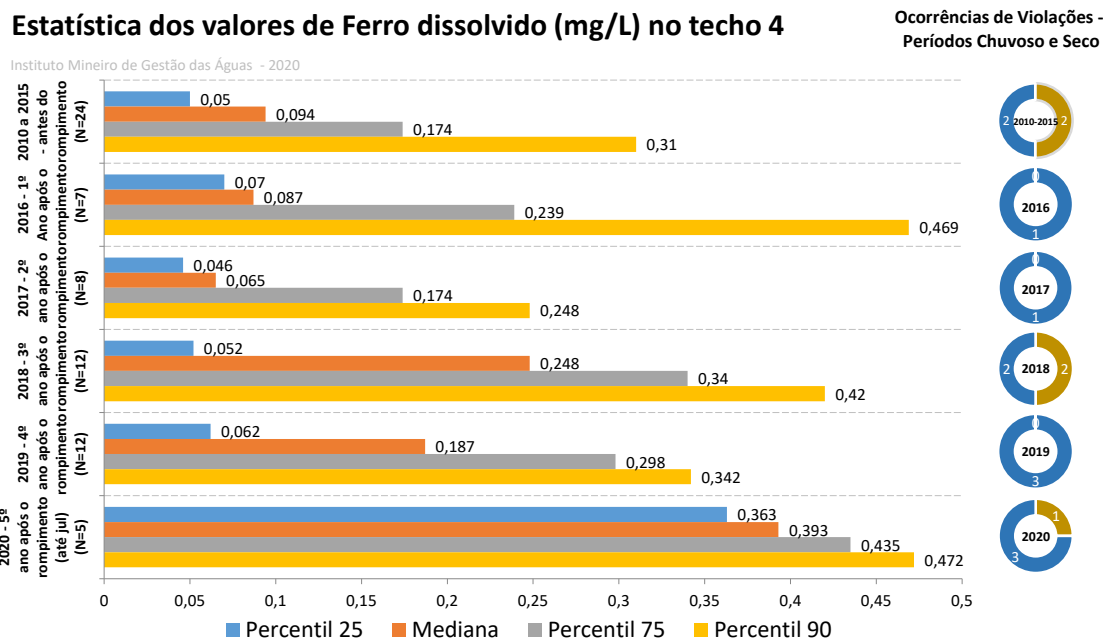
Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Gráfico 19 – Análise estatística dos resultados de ferro dissolvido no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 3



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Gráfico 20 – Análise estatística dos resultados de ferro dissolvido no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 4



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

### 3.1.1.5 Manganês total

No Gráfico 21 é apresentada a análise estatística dos resultados de manganês total no período pré-rompimento, nos quatro primeiros anos após o rompimento da barragem de Fundão e o 1º semestre de 2020, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce.

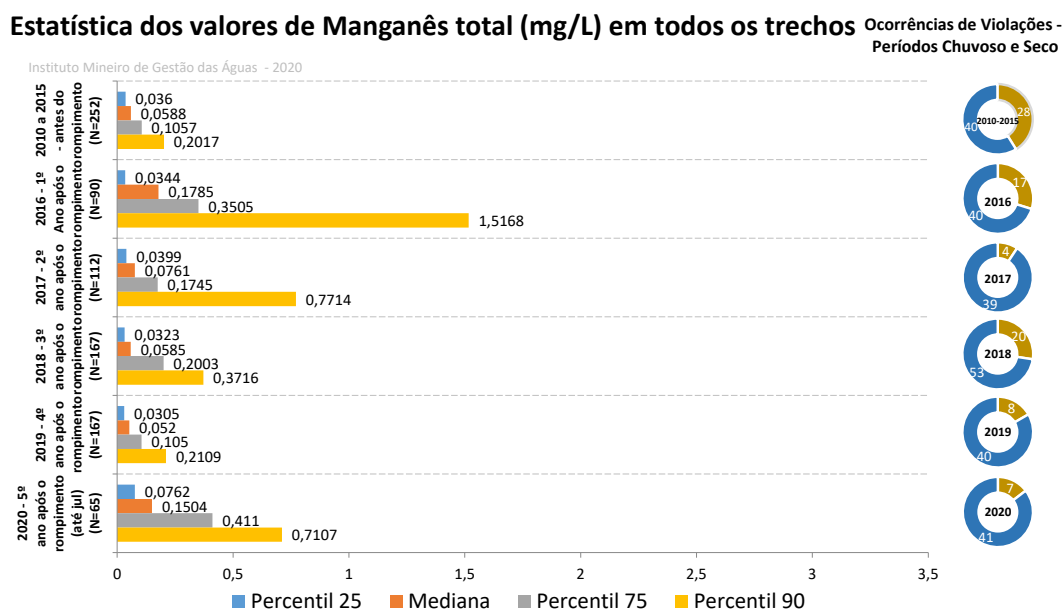
No 1º ano após o rompimento, observou-se um aumento expressivo nos valores de concentração desse parâmetro e uma redução nos anos subsequentes (Gráfico 21). Esse fato pode ser confirmado ao comparar os valores de mediana: 0,059 mg/L no pré-rompimento, 0,178 mg/L no 1º ano após o rompimento, 0,076 mg/L em 2017, 0,058 mg/L em 2018 e 0,052 mg/L em 2019. Em contrapartida, em 2020, registrou-se uma elevação considerando os 6 primeiros meses, passando a apresentar mediana de 0,150 mg/L. Conforme mencionado anteriormente, no período chuvoso de 2020 ocorreram chuvas intensas que ocasionaram a elevação dos valores de concentração desse parâmetro.

No que se refere à violação ao limite de classe 2 (0,1 mg/L), observa-se que na série histórica antes do rompimento (entre jan/2010 e out/2015) 73,01% dos resultados estiveram em conformidade com o limite de classe (26,99% foram acima). Porém, após o rompimento, valores acima de 0,1 mg/L ocorreram em mais de 63,3% dos dados em 2016 (dos 90 resultados de manganês total obtidos, 57 estiveram acima do limite de classe). Já nos anos de 2017, 2018 e 2019 foram observadas reduções no percentual de violação ao limite legal, registrando, respectivamente, 38,39%, 43,71% e 27,74% de violação. Destaca-se que no primeiro semestre de 2020, o percentual de violação apresentou elevação, sendo que 73,8% dos valores estiverem acima do limite de classe (dos 65 resultados de manganês total obtidos, 48 estiveram acima do limite de classe).

Assim como observado para o ferro, essa elevação indica que o rejeito depositado no leito está disponibilizando manganês para a coluna d'água, uma vez o rejeito é uma fonte contínua de metais principalmente ferro e manganês. O manganês também é um elemento importante na composição do rejeito que extravasou. Além disso, assim como observado para turbidez e sólidos em suspensão totais, os maiores registros de violação, em todos os períodos avaliados, ocorreram no período chuvoso, demonstrando o comportamento sazonal deste parâmetro. Esclarece-se que no presente estudo o manganês é avaliado na forma total, tal como definido na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/08. Esses resultados confirmam também a associação do manganês com o material particulado em suspensão.



Gráfico 21 – Análise estatística dos resultados de manganês total no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

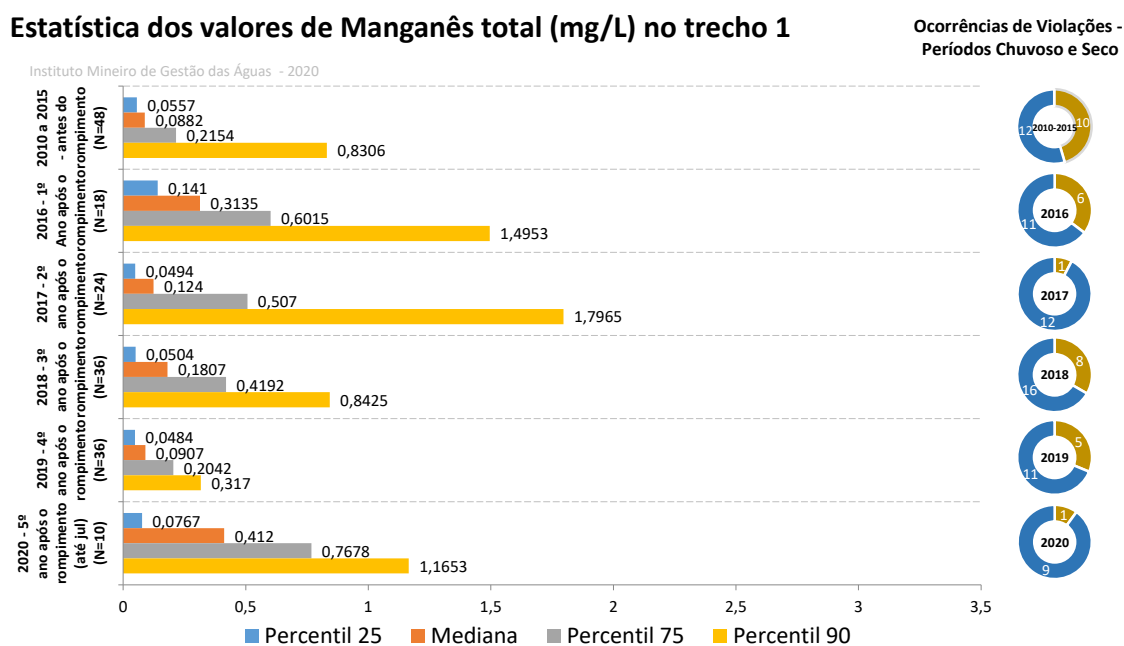
Nos Gráficos de 22 a 25 é apresentada a análise estatística dos resultados de manganês total no período pré-rompimento, nos quatro primeiros anos após o rompimento da barragem de Fundão e o 1º semestre de 2020, separados pelos trechos 1, 2, 3 e 4.

O trecho 1 foi o que apresentou maior elevação dos percentis na comparação entre os períodos pré-rompimento e o 1º ano após o rompimento, comportamento que também foi observado para os resultados de turbidez e sólidos em suspensão totais.

Para todos os trechos observou-se uma elevação dos valores de manganês logo após o rompimento da barragem (ano de 2016), e nos anos seguintes (2017 a 2019) ocorreu, em geral, uma redução, em todos os trechos. Entretanto, elevações nas concentrações de manganês total voltaram a ser verificadas, no 1º semestre de 2020.

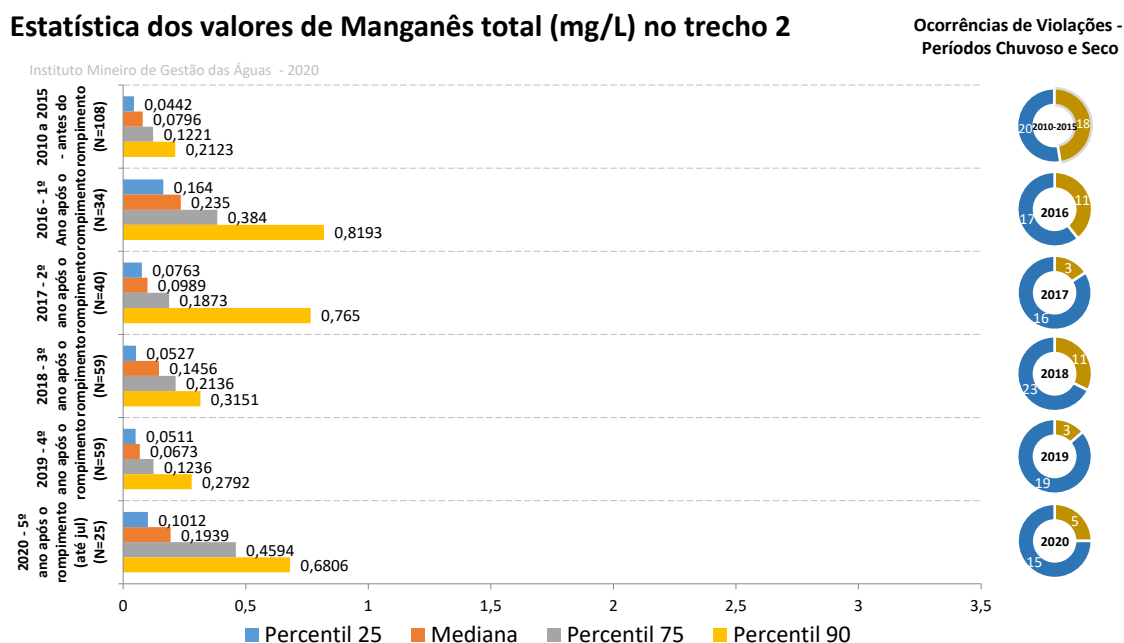
No que se refere à violação do limite de classe 2 (0,1 mg/L) observa-se que quatro anos e meio após o rompimento da barragem (ano de 2020) 100% dos resultados do primeiro trecho estiveram em desconformidade. No segundo trecho esse percentual de violação em 2020 foi de 80%, 64% no terceiro trecho e 40% no quarto trecho, sendo que a grande maioria das violações ocorreram no período chuvoso.

Gráfico 22 – Análise estatística dos resultados de manganês total no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 1



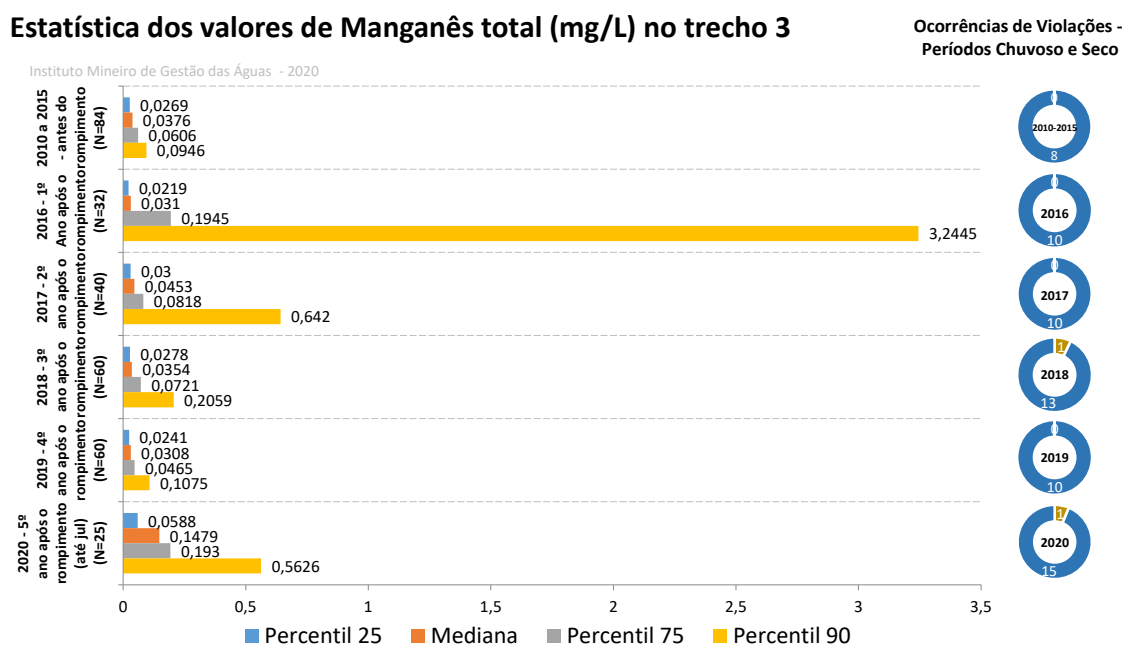
Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Gráfico 23 – Análise estatística dos resultados de manganês total no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 2



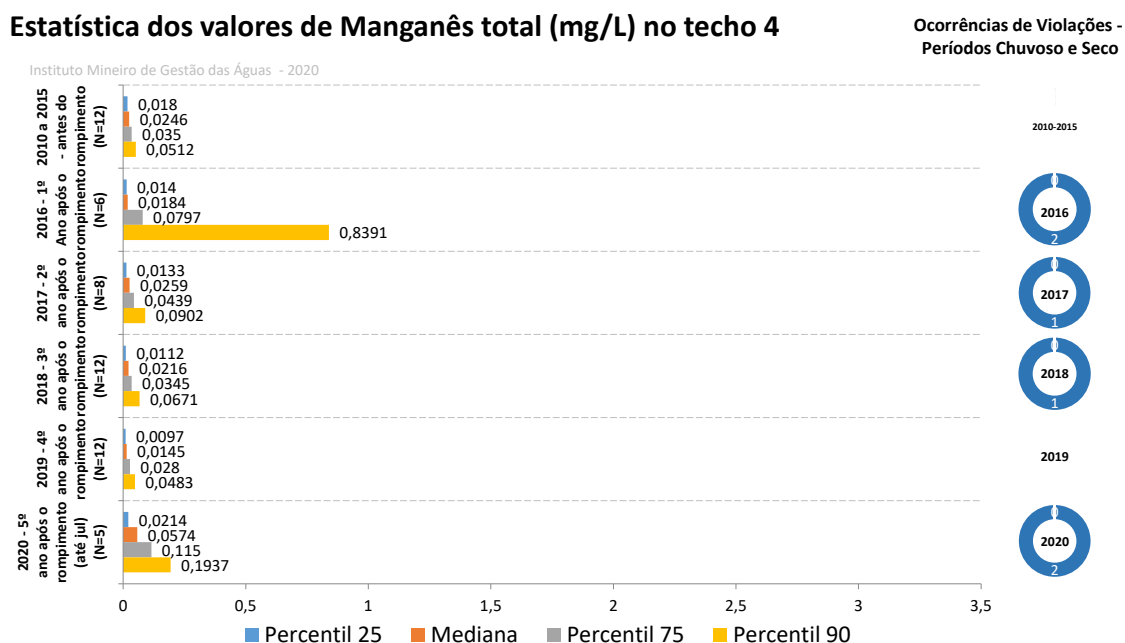
Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Gráfico 24 – Análise estatística dos resultados de manganês total no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 3



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Gráfico 25 – Análise estatística dos resultados de manganês total no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 4



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

*3.1.1.6 Arsênio total e demais metais*

Para o arsênio total e os metais alumínio dissolvido, cádmio total, cobre total, cromo total, mercúrio total, níquel total e zinco total os dados apresentaram uma pequena variabilidade, além da maior parte dos resultados menor ou igual ( $\leq$ ) ao limite de quantificação<sup>1</sup> do método analítico. Portanto, os dados serão apresentados na forma de tabelas destacando-se os valores de medianas e máximos obtidos em cada ponto na série histórica antes do rompimento, nos anos de 2016 a 2019 e 1º semestre de 2020.

Alumínio dissolvido

Na Tabela 1 são apresentados os valores de alumínio dissolvido máximos obtidos para cada ponto na série histórica antes do rompimento, e os valores de mediana e máximo obtidos nos anos de 2016, 2017<sup>2</sup>, 2018, 2019 e 1º semestre de 2020.

Observa-se que antes do rompimento da barragem de Fundão os valores máximos de alumínio já se apresentavam em desconformidade com o limite de classe 2 (0,1 mg/L Al) em todos os pontos avaliados.

Ao avaliar os valores de mediana dos seis primeiros meses de 2020 observa-se que eles são inferiores aos da série histórica em todas as estações. Ressalta-se que a estação RD011 teve seu monitoramento iniciado somente após o rompimento da barragem, não tendo, portanto, dados pré-rompimento.

Quatro anos e meio após o rompimento da barragem os valores máximos obtidos em 2020 estão acima do limite de classe e/ou acima do máximo da série histórica do período pré-rompimento em todas as estações (Tabela 1 e Gráfico 26).

---

<sup>1</sup> Limite de quantificação é a menor quantidade ou concentração do parâmetro, que pode ser determinada pelo método de análise empregado.

<sup>2</sup> Visando melhorar a sensibilidade do método analítico para o alumínio dissolvido, registra-se que a partir do 2º semestre de 2017 houve mudança do limite de detecção do método analítico desse parâmetro, reduzindo-se de 0,1 mg/L para 0,02 mg/L.

Tabela 1 – Análise estatística dos resultados de alumínio dissolvido no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce

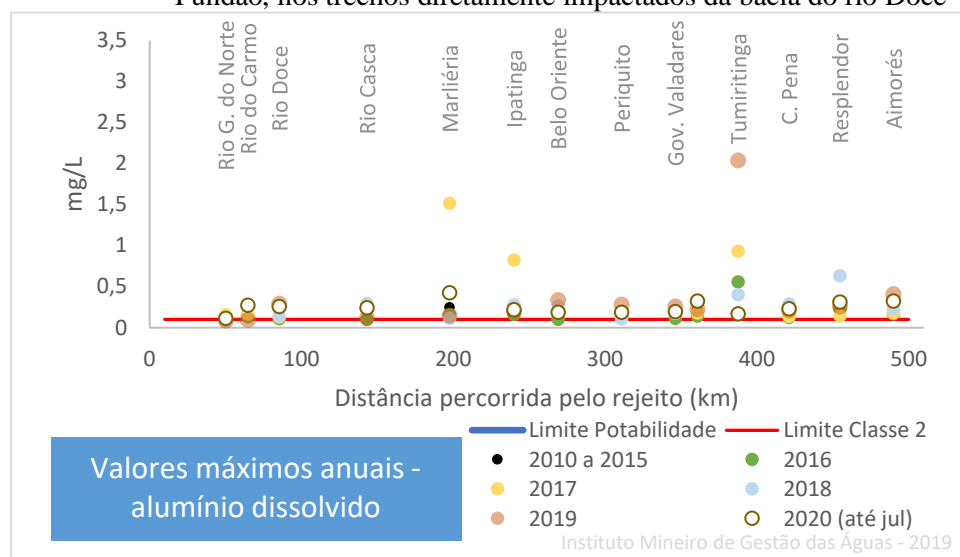
Estação	Curso de Água	Município	Resultados de Alumínio dissolvido (mg/L)											
			Antes do Rompimento		1º Ano Após o Rompimento - 2016		2º Ano Após o Rompimento - 2017		3º Ano Após o Rompimento - 2018		4º Ano Após o Rompimento - 2019		5º Ano Após o Rompimento - 2020 (até julho)	
			Mediana	Máximo SH (2010-2015)	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo
RD011	Rio Gualaxo do Norte	Barra Longa			0,1	0,115	0,068	0,154	0,042	0,087	0,053	0,086	0,092	0,111
RD071	Rio do Carmo	Barra Longa	0,1	0,209	0,1	0,133	0,071	0,161	0,053	0,267	0,054	0,092	0,106	0,273
RD072	Rio Doce	Rio Doce	0,1	0,171	0,1	0,11	0,073	0,128	0,069	0,139	0,066	0,29	0,132	0,257
RD019		Rio Casca	0,1	0,304	0,1	0,1	0,1	0,271	0,064	0,289	0,064	0,116	0,087	0,239
RD023		Marliéria	0,1	0,243	0,1	0,154	0,075	1,516	0,051	0,114	0,067	0,146	0,163	0,422
RD035		Ipatinga	0,1	0,183	0,1	0,158	0,071	0,82	0,075	0,276	0,074	0,193	0,097	0,216
RD033		Belo Oriente	0,1	0,24	0,1	0,1	0,072	0,191	0,082	0,259	0,083	0,335	0,131	0,187
RD083		Periquito	0,1	0,127	0,1	0,14	0,079	0,133	0,082	0,106	0,082	0,278	0,131	0,187
RD044		Gov. Valadares	0,1	0,157	0,1	0,112	0,097	0,174	0,099	0,174	0,104	0,257	0,122	0,192
RD045		Gov. Valadares	0,1	0,219	0,1	0,139	0,083	0,177	0,09	0,315	0,108	0,221	0,161	0,323
RD053		Tumiritinga	0,1	0,181	0,1	0,557	0,107	0,929	0,11	0,402	0,083	2,037	0,155	0,165
RD058		Cons. Pena	0,1	0,181	0,1	0,125	0,098	0,134	0,092	0,288	0,085	0,211	0,146	0,229
RD059		Replendor	0,1	0,24	0,1	0,224	0,076	0,142	0,095	0,63	0,09	0,256	0,231	0,31
RD067	Aimorés	0,1	0,271	0,1	0,166	0,062	0,177	0,108	0,234	0,096	0,406	0,201	0,32	

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Nota: **Em vermelho:** valores acima do limite legal para rios de classe 2, de acordo com a DN 01/08.

**Em roxo:** valores acima do limite de classe 2 e acima do máximo da série histórica antes do rompimento.

Gráfico 26 – Resultados de alumínio dissolvido no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Arsênio total

Na Tabela 2 são apresentados os valores de arsênio total máximos obtidos para cada ponto na série histórica antes do rompimento, e os valores de mediana e máximo obtidos nos anos de 2016, 2017, 2018, 2019 e 1º semestre de 2020.

Observa-se que antes do rompimento da barragem de Fundão valores de arsênio total acima do limite legal (0,01 mg/L As) eram obtidos no rio do Carmo (RD071) e no rio Doce, em Rio Doce (RD072). Após o rompimento, considerando-se os valores máximos, registrou-se somente uma violação de arsênio no rio Doce no município de Rio Doce (RD072), em dezembro de 2017, com resultado igual a 0,11 mg/L. No ano de 2020 (1º semestre), todos os resultados estiveram abaixo do limite legal.

As ocorrências de violação de arsênio total estão relacionadas ao desenvolvimento, durante séculos, do garimpo de ouro, especialmente na sub-bacia do rio Carmo. Além disso, o rompimento da barragem provocou o arraste e remobilização do material presente no leito dos rios e sua consequente remobilização para a coluna d'água.

Tabela 2 – Análise estatística dos resultados de arsênio total no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce

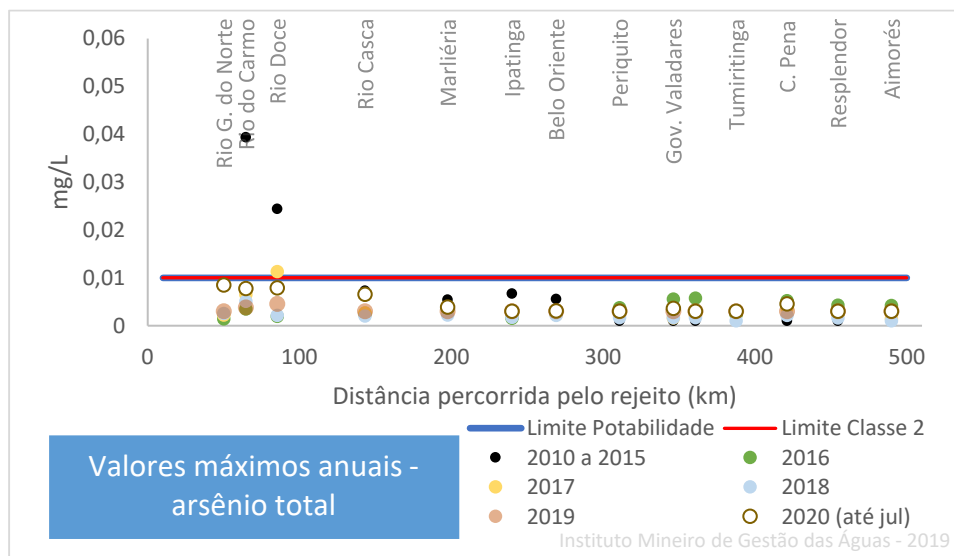
Estação	Curso de Água	Município	Resultados de Arsênio total (mg/L)											
			Antes do Rompimento		1º Ano Após o Rompimento - 2016		2º Ano Após o Rompimento - 2017		3º Ano Após o Rompimento - 2018		4º Ano Após o Rompimento - 2019		5º Ano Após o Rompimento - 2020 (até julho)	
			Mediana	Máximo SH (2010-2015)	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo
RD011	Rio Gualaxo do Norte	Barra Longa			0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001	0,003	0,003	0,008
RD071	Rio do Carmo	Barra Longa	0,002	0,039	0,003	0,003	0,002	0,006	0,003	0,005	0,002	0,003	0,004	0,007
RD072	Rio Doce	Rio Doce	0,001	0,024	0,001	0,001	0,001	0,011	0,001	0,002	0,001	0,004	0,003	0,007
RD019		Rio Casca	0	0,007	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,003	0,003	0,006
RD023		Marliéria	0	0,005	0,001	0,003	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001	0,003	0,003	0,003
RD035		Ipatinga	0	0,006	0,001	0,001	0,001	0,003	0,001	0,001	0,001	0,003	0,003	0,003
RD033		Belo Oriente	0	0,005	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001	0,003	0,003	0,003
RD083		Periquito	0	0,001	0,001	0,003	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,003	0,003	0,003
RD044		Gov. Valadares	0	0,001	0,001	0,005	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003	0,003	0,003
RD045		Gov. Valadares	0	0,001	0,001	0,005	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,003	0,003	0,003
RD053		Tumiritinga	0	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,003	0,003	0,003
RD058		Cons. Pena	0	0,001	0,001	0,005	0,001	0,003	0,001	0,002	0,001	0,003	0,003	0,004
RD059		Replendor	0	0,001	0,001	0,004	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,003	0,003	0,003
RD067	Aimorés	0	0,001	0,001	0,004	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003	0,003	0,003	

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Nota: **Em vermelho:** valores acima do limite legal para rios de classe 2, de acordo com a DN 01/08.

**Em roxo:** valores acima do limite de classe 2 e acima do máximo da série histórica antes do rompimento.

Gráfico 27 – Resultados de arsênio total no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

### Cobre dissolvido

Na Tabela 3 são apresentados os valores de cobre dissolvido máximos obtidos para cada ponto na série histórica antes do rompimento, e os valores de mediana e máximo obtidos nos anos de 2016, 2017, 2018, 2019 e 1º semestre de 2020.

Ao avaliar os valores máximos de cobre dos cinco últimos anos de monitoramento (2016 a 2019 e o 1º semestre de 2020) verificou-se apenas 4 registros acima do limite de classe 2 (0,009 mg/L Cu) e acima do máximo histórico (Gráfico 28), quais sejam: no rio Doce em Tumiritinga (RD053) em janeiro de 2016, em Aimorés (RD067) em dezembro de 2017 e abril de 2019, e em Governador Valadares (RD044) em fevereiro de 2018.

Tabela 3 – Análise estatística dos resultados de cobre dissolvido no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce

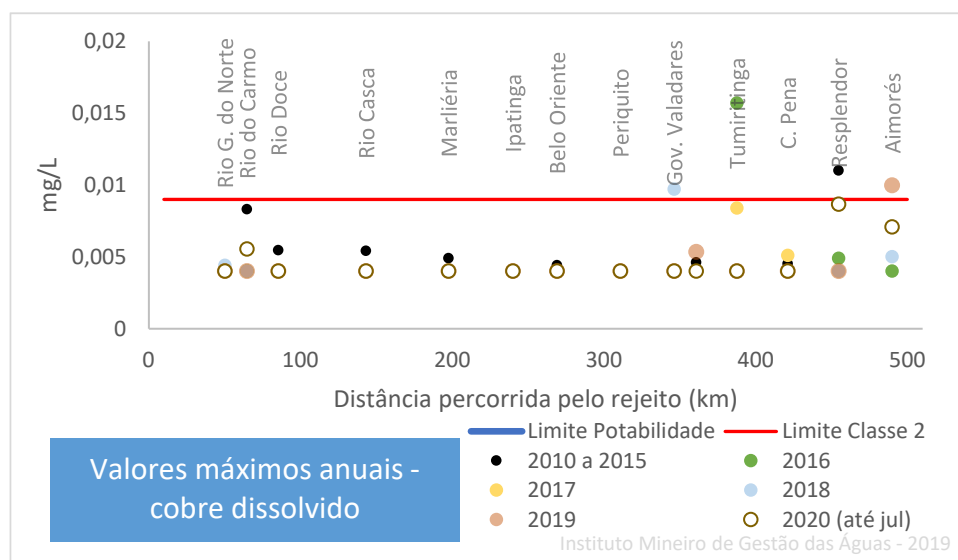
Estação	Curso de Água	Município	Resultados de Cobre dissolvido (mg/L)												
			Antes do Rompimento		1º Ano Após o Rompimento - 2016		2º Ano Após o Rompimento - 2017		3º Ano Após o Rompimento - 2018		4º Ano Após o Rompimento - 2019		5º Ano Após o Rompimento - 2020 (até julho)		
			Mediana	Máximo SH (2010 - 2015)	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	
RD011	Rio Gualaxo do Norte	Barra Longa			0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,0044	0,004	0,004	0,004	0,004	
RD071	Rio do Carmo	Barra Longa	0,004	0,0083	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,0055	
RD072	Rio Doce	Rio Doce	0,004	0,0054	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	
RD019		Rio Casca	0,004	0,0054	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	
RD023		Marliéria	0,004	0,0049	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	
RD035		Ipatinga	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	
RD033		Belo Oriente	0,004	0,0044	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	
RD083		Periquito	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	
RD044		Gov. Valadares	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,0097	0,004	0,004	0,004	0,004
RD045		Gov. Valadares	0,004	0,0046	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,0053	0,004	0,004
RD053		Tumiritinga	0,004	0,004	0,004	0,0157	0,004	0,0084	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
RD058		Cons. Pena	0,004	0,0045	0,004	0,004	0,004	0,0051	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
RD059		Replendor	0,004	0,011	0,004	0,0049	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,0086
RD067	Aimorés	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,0375	0,004	0,004	0,005	0,004	0,0099	0,004	0,007	

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Nota: **Em vermelho:** valores acima do limite legal para rios de classe 2, de acordo com a DN 01/08.

**Em roxo:** valores acima do limite de classe 2 e acima do máximo da série histórica antes do rompimento.

Gráfico 28 – Resultados de cobre dissolvido no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)



Níquel total

Na Tabela 4 são apresentados os valores máximos de níquel total obtidos para cada ponto na série histórica antes do rompimento, e os valores de mediana e máximo obtidos nos anos de 2016, 2017, 2018, 2019 e 1º semestre de 2020.

Conforme observado no Gráfico 29, no primeiro ano após o rompimento (2016), observaram-se valores máximos acima do limite legal (0,025 mg/L Ni) e acima do máximo da série histórica nas estações compreendidas no trecho do rio Doce, entre Governador Valadares (RD044) e Resplendor (RD059) – Trecho 3. E, no ano de 2017, foi registrada somente uma violação do limite de classe no rio Doce, em Ipatinga (RD035), em dezembro de 2017, com valor um pouco acima do limite legal, 0,027 mg/L, no Trecho 2. No ano de 2018 e 2019, não foram verificadas violações ao limite de classe. Já no 1º semestre de 2020, ocorreu uma violação na estação RD033, no município de Belo Oriente, com resultado igual a 0,026 mg/L.

Tabela 4 – Análise estatística dos resultados de níquel total no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce

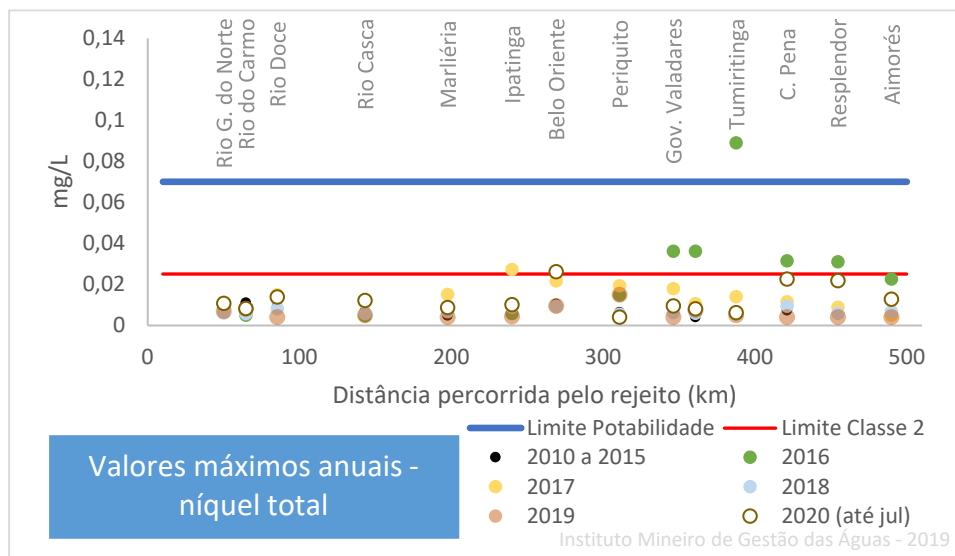
Estação	Curso de Água	Município	Resultados de Níquel total (mg/L)											
			Antes do Rompimento		1º Ano Após o Rompimento - 2016		2º Ano Após o Rompimento - 2017		3º Ano Após o Rompimento - 2018		4º Ano Após o Rompimento - 2019		5º Ano Após o Rompimento - 2020 (até julho)	
			Mediana	Máximo SH (2010-2015)	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo
RD011	Rio Gualaxo do Norte	Barra Longa			0,005	0,008	0,004	0,007	0,004	0,006	0,004	0,006	0,004	0,01
RD071	Rio do Carmo	Barra Longa	0,004	0,011	0,004	0,004	0,004	0,006	0,004	0,005	0,004	0,008	0,004	0,008
RD072	Rio Doce	Rio Doce	0,004	0,009	0,004	0,013	0,004	0,014	0,004	0,008	0,004	0,004	0,004	0,013
RD019		Rio Casca	0,004	0,006	0,004	0,004	0,004	0,011	0,004	0,005	0,004	0,004	0,004	0,012
RD023		Mariéria	0,004	0,004	0,004	0,008	0,004	0,015	0,004	0,006	0,004	0,004	0,004	0,008
RD035		Ipatinga	0,004	0,005	0,004	0,005	0,004	0,027	0,004	0,008	0,004	0,004	0,004	0,01
RD033		Belo Oriente	0,004	0,01	0,004	0,009	0,004	0,021	0,004	0,009	0,004	0,009	0,004	0,026
RD083		Periquito	0,004	0,006	0,004	0,014	0,004	0,019	0,004	0,005	0,004	0,014	0,004	0,004
RD044		Gov. Valadares	0,004	0,008	0,004	0,036	0,004	0,017	0,004	0,006	0,004	0,004	0,004	0,009
RD045		Gov. Valadares	0,004	0,004	0,004	0,036	0,004	0,01	0,004	0,005	0,004	0,007	0,004	0,008
RD053		Tumiritinga	0,004	0,006	0,004	0,089	0,004	0,014	0,004	0,005	0,004	0,005	0,004	0,006
RD058		Cons. Pena	0,004	0,007	0,004	0,031	0,004	0,011	0,004	0,009	0,004	0,004	0,004	0,022
RD059		Replendor	0,004	0,005	0,004	0,031	0,004	0,008	0,004	0,005	0,004	0,004	0,004	0,021
RD067	Aimorés	0,004	0,005	0,004	0,022	0,004	0,004	0,004	0,006	0,004	0,004	0,004	0,012	

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Nota: **Em vermelho:** valores acima do limite legal para rios de classe 2, de acordo com a DN 01/08.

**Em roxo:** valores acima do limite de classe 2 e acima do máximo da série histórica antes do rompimento.

Gráfico 29 – Resultados de níquel total no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

### Cromo total

Na Tabela 5 são apresentados os valores máximos de cromo total obtidos para cada ponto de monitoramento na série histórica antes do rompimento, e os valores de mediana e máximo obtidos nos anos de 2016, 2017, 2018, 2019 e 1º semestre de 2020.

O comportamento dos dados de cromo total assemelha-se ao do níquel. Conforme observado no Gráfico 30, no primeiro ano após o rompimento, 2016, observaram-se valores máximos acima do limite legal (0,05 mg/L Cr) e acima do máximo da série histórica nas estações compreendidas no trecho do rio Doce, entre Periquito (RD083) e Aimorés (RD067), além do município de Rio Doce (RD072). E nos anos de 2017 foram registradas somente duas violações que ocorreram em dezembro de 2017 nos municípios de Ipatinga (RD035) e Governador Valadares (RD044), com valores pouco acima do limite legal, 0,051 e 0,054 mg/L, respectivamente. Em 2018, 2019 e 1º semestre de 2020, todos os registros de cromo foram inferiores ao limite de classe 2 e ao máximo da série histórica no pré-rompimento.

Tabela 5 – Análise estatística dos resultados de cromo total no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce

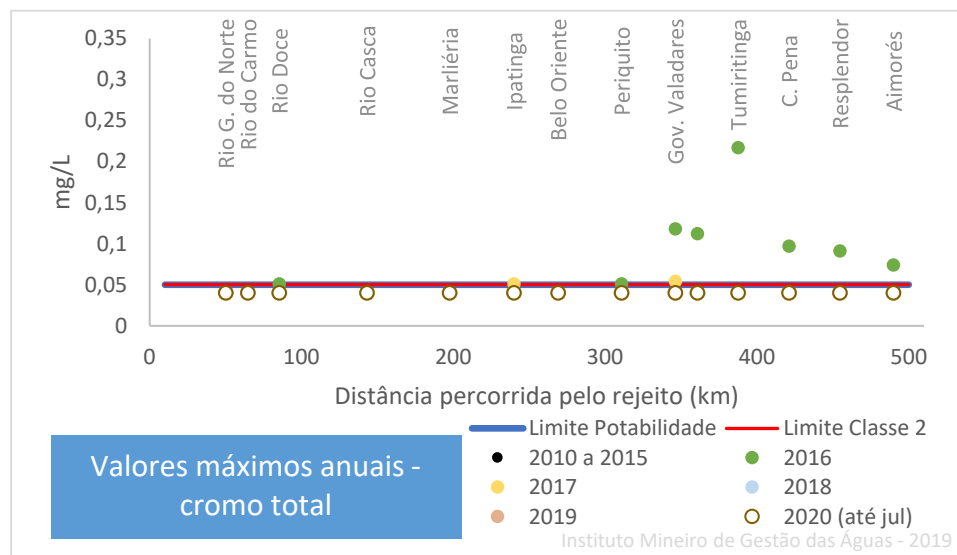
Estação	Curso de Água	Município	Resultados de Cromo total (mg/L)											
			Antes do Rompimento		1º Ano Após o Rompimento - 2016		2º Ano Após o Rompimento - 2017		3º Ano Após o Rompimento - 2018		4º Ano Após o Rompimento - 2019		5º Ano Após o Rompimento - 2020 (até julho)	
			Mediana	Máximo SH (2010-2015)	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo
RD011	Rio Gualaxo do Norte	Barra Longa			0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
RD071	Rio do Carmo	Barra Longa	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
RD072	Rio Doce	Rio Doce	0,04	0,04	0,04	0,051	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
RD019		Rio Casca	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
RD023		Marliéria	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
RD035		Ipatinga	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,051	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
RD033		Belo Oriente	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
RD083		Periquito	0,04	0,04	0,04	0,051	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
RD044		Gov. Valadares	0,04	0,04	0,04	0,118	0,04	0,054	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
RD045		Gov. Valadares	0,04	0,04	0,04	0,112	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
RD053		Tumiritinga	0,04	0,04	0,04	0,217	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
RD058		Cons. Pena	0,04	0,04	0,04	0,097	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
RD059		Resplendor	0,04	0,04	0,04	0,091	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
RD067		Aimorés	0,04	0,04	0,04	0,074	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Nota: **Em vermelho:** valores acima do limite legal para rios de classe 2, de acordo com a DN 01/08.

**Em roxo:** valores acima do limite de classe 2 e acima do máximo da série histórica antes do rompimento.

Gráfico 30 – Resultados de cromo total no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

### Cádmio total

Na Tabela 6 são apresentados os valores máximos de cádmio total obtidos para cada ponto de monitoramento na série histórica antes do rompimento, e os valores de mediana e máximo obtidos nos anos de 2016, 2017, 2018, 2019 e 1º semestre de 2020.

Considerando os valores máximos registrados nos anos de 2016 e 2017, todos eles estiveram abaixo do limite de quantificação do método de ensaio.

Em contrapartida, o ano de 2018 se destacou em relação às violações (Gráfico 31). Os valores de cádmio acima do limite legal e acima do limite de quantificação foram obtidos em várias estações: no mês de maio de 2018, nos rios Gualaxo do Norte (RD011), do Carmo (RD071), e rio Doce (RD072, RD023, RD035, RD033, RD083, RD044 e RD067) e no mês de abril de 2018 no rio Doce (RD053, RD058, RD059 e RD067). Os demais resultados de 2018 estiveram abaixo do limite de quantificação.

Em 2019, foi registrada uma violação de cádmio, no mês de janeiro, no município de Conselheiro Pena (RD058); e em 2020 (1º semestre), também, uma violação, no mês de fevereiro, em Marliéria (RD023).

Ressalta-se que todos os demais resultados de cádmio, inclusive antes do rompimento, estiveram abaixo do limite de quantificação do método, ou seja, não foram detectados nas águas do rio Doce. Assim, as ocorrências verificadas após o desastre podem estar de alguma forma associadas, mesmo que indiretamente, ao rompimento, considerando que durante a passagem da onda de rejeito ocorreu o revolvimento de materiais na bacia de drenagem e sedimentos do leito do rio.

Tabela 6 – Análise estatística dos resultados de cádmio total no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce

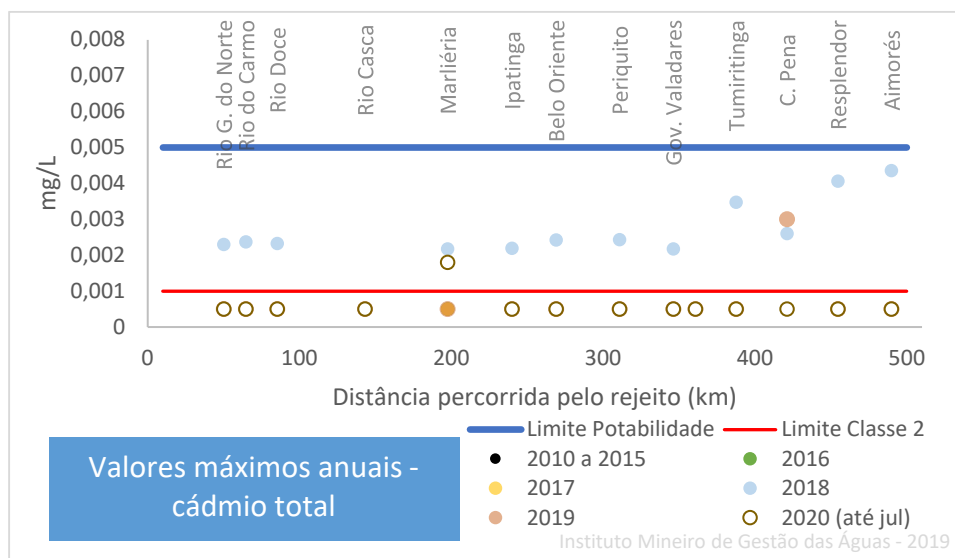
Estação	Curso de Água	Município	Resultados de Cádmio total (mg/L)												
			Antes do Rompimento		1º Ano Após o Rompimento - 2016		2º Ano Após o Rompimento - 2017		3º Ano Após o Rompimento - 2018		4º Ano Após o Rompimento - 2019		5º Ano Após o Rompimento - 2020 (até julho)		
			Mediana	Máximo SH (2010 - 2015)	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	
RD011	Rio Gualaxo do Norte	Barra Longa			0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	
RD071	Rio do Carmo	Barra Longa	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,00237	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	
RD072	Rio Doce	Rio Doce	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,00232	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	
RD019		Rio Casca	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	
RD023		Marliéria	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,00217	0,0005	0,0005	0,0005	0,0018
RD035		Ipatinga	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,00219	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
RD033		Belo Oriente	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,00242	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
RD083		Periquito	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,00243	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
RD044		Gov. Valadares	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,00217	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
RD045		Gov. Valadares	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
RD053		Tumiritinga	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,00347	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
RD058		Cons. Pena	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0026	0,0005	0,003	0,0005	0,0005
RD059		Replendor	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,00406	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
RD067	Almorés	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,00435	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Nota: Em vermelho: valores acima do limite legal para rios de classe 2, de acordo com a DN 01/08.

Em roxo: valores acima do limite de classe 2 e acima do máximo da série histórica antes do rompimento.

Gráfico 31 – Resultados de cádmio total no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Chumbo total

Na Tabela 7 são apresentados os valores máximos de chumbo total obtidos para cada ponto de monitoramento na série histórica antes do rompimento, e os valores de mediana e máximo obtidos nos anos de 2016 a 2019 e no 1º semestre de 2020.

Ao comparar os resultados do máximo da série histórica com os máximos dos anos de 2016 a 2018, observa-se que nos pontos da calha do rio Doce os valores de chumbo estiveram acima do limite de classe 2 (0,01 mg/L Pb) em quase todas as estações. Na região destaca-se a presença de atividades desenvolvidas como lavra e extrações de rochas e extração de areia e cascalho, além de áreas destinadas a agricultura, que podem fazer uso de defensivos agrícolas.

Por outro lado, os valores máximos de chumbo total estiveram abaixo do limite legal, no ano de 2019, em todas as estações de monitoramento, exceto em Tumiritinga (RD053) (Gráfico 32).

Em 2020 (1º semestre), em relação aos valores máximos, ocorrências de violação voltaram a ser verificadas em Rio Casca (RD019) e no trecho entre Tumiritinga (RD053) e Resplendor (RD059).

Tabela 7 – Análise estatística dos resultados de chumbo total no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce

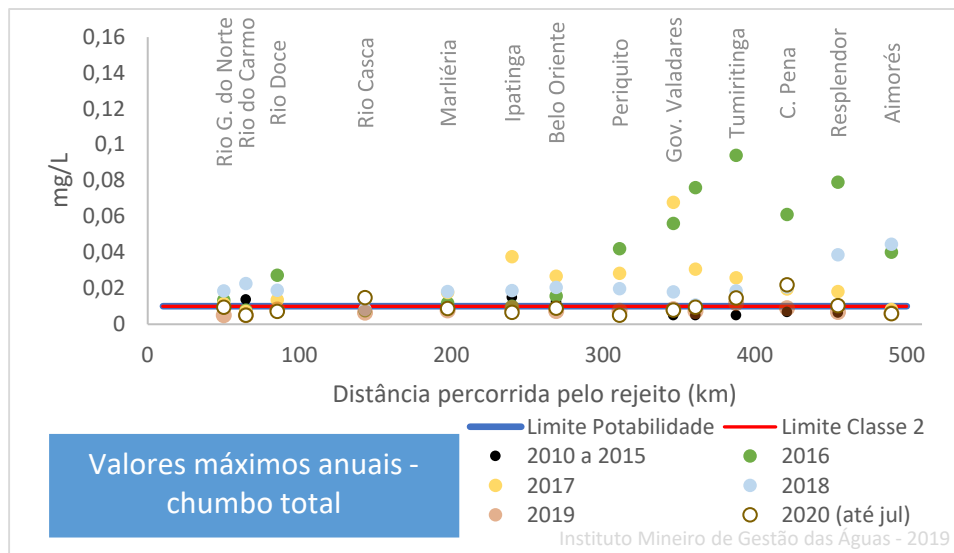
Estação	Curso de Água	Município	Resultados de Chumbo total (mg/L)											
			Antes do Rompimento		1º Ano Após o Rompimento - 2016		2º Ano Após o Rompimento - 2017		3º Ano Após o Rompimento - 2018		4º Ano Após o Rompimento - 2019		5º Ano Após o Rompimento - 2020 (até julho)	
			Mediana	Máximo SH (2010-2015)	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo
RD011	Rio Gualaxo do Norte	Barra Longa			0,0077	0,0134	0,005	0,0112	0,005	0,0184	0,005	0,005	0,005	0,0094
RD071	Rio do Carmo	Barra Longa	0,005	0,0136	0,005	0,0078	0,005	0,007	0,005	0,0225	0,005	0,005	0,005	0,005
RD072	Rio Doce	Rio Doce	0,005	0,0138	0,005	0,0271	0,005	0,0134	0,005	0,0188	0,005	0,0081	0,005	0,007
RD019		Rio Casca	0,005	0,0072	0,005	0,0074	0,005	0,0141	0,005	0,0081	0,005	0,0063	0,005	0,0148
RD023		Marliéria	0,005	0,0095	0,005	0,0117	0,005	0,0176	0,005	0,0181	0,005	0,0076	0,005	0,0087
RD035		Ipatinga	0,005	0,0148	0,005	0,01	0,005	0,0375	0,005	0,0187	0,005	0,0088	0,005	0,0065
RD033		Belo Oriente	0,005	0,0125	0,005	0,0157	0,005	0,0266	0,005	0,0204	0,005	0,0072	0,005	0,0088
RD083		Periquito	0,005	0,005	0,005	0,042	0,005	0,0282	0,005	0,0197	0,005	0,0075	0,005	0,005
RD044		Gov. Valadares	0,005	0,005	0,005	0,056	0,005	0,0678	0,005	0,018	0,005	0,0083	0,005	0,0078
RD045		Gov. Valadares	0,005	0,005	0,005	0,076	0,005	0,0306	0,005	0,0106	0,005	0,0073	0,005	0,0093
RD053		Tumiritinga	0,005	0,005	0,005	0,094	0,005	0,0258	0,005	0,0184	0,005	0,0116	0,005	0,0145
RD058		Cons. Pena	0,005	0,0068	0,005	0,061	0,005	0,0195	0,005	0,0206	0,005	0,0089	0,005	0,0218
RD059		Replendor	0,005	0,0063	0,005	0,079	0,005	0,0181	0,005	0,0387	0,005	0,0067	0,005	0,0102
RD067	Aimorés	0,005	0,0069	0,005	0,04	0,005	0,0081	0,005	0,0444	0,005	0,006	0,005	0,0058	

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Nota: **Em vermelho:** valores acima do limite legal para rios de classe 2, de acordo com a DN 01/08.

Em roxo: valores acima do limite de classe 2 e acima do máximo da série histórica antes do rompimento.

Gráfico 32 – Resultados de chumbo total no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

### Zinco total

Na Tabela 8 são apresentados os valores máximos de zinco total obtidos para cada ponto na série histórica antes do rompimento, e os valores de mediana e máximo obtidos nos anos de 2016, 2017, 2018, 2019 e 1º semestre de 2020.

Nos primeiros anos após o rompimento, observaram-se valores máximos acima do limite legal (0,18 mg/L Zn) e acima do máximo da série histórica nas seguintes estações: RD071 (rio do Carmo) e RD053 (rio Doce), em 2016; e nas estações do rio Doce RD072, RD019, RD035 e RD058, em 2018.

Os valores máximos obtidos em 2019 estiveram abaixo do limite de classe, exceto na estação RD067 em Aimorés (Gráfico 33). Todos os resultados do 1º semestre de 2020 encontram-se abaixo do limite legal. Vale registrar que resultados acima do máximo da série histórica de antes do desastre no rio Doce ocorreram em Rio Casca (RD019) e Periquito (RD083).

Tabela 8 – Análise estatística dos resultados de zinco total no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce

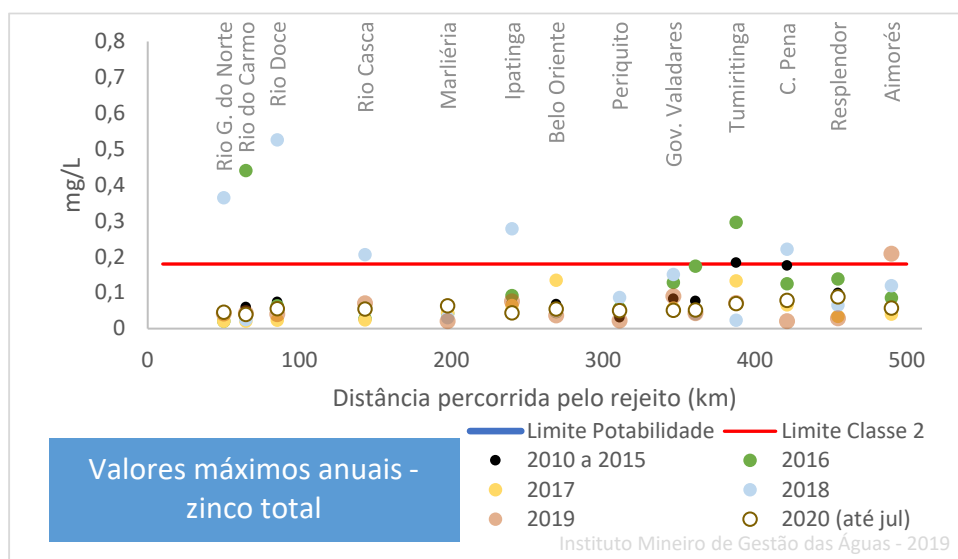
Estação	Curso de Água	Município	Resultados de Zinco total (mg/L)											
			Antes do Rompimento		1º Ano Após o Rompimento - 2016		2º Ano Após o Rompimento - 2017		3º Ano Após o Rompimento - 2018		4º Ano Após o Rompimento - 2019		5º Ano Após o Rompimento - 2020 (até julho)	
			Mediana	Máximo SH (2010-2015)	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo
RD011	Rio Gualaxo do Norte	Barra Longa			0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,364	0,02	0,0416	0,0295	0,0455
RD071	Rio do Carmo	Barra Longa	0,02	0,0597	0,0252	0,4398	0,02	0,02	0,02	0,0249	0,02	0,0422	0,02	0,0387
RD072	Rio Doce	Rio Doce	0,02	0,074	0,02	0,0629	0,02	0,0233	0,02	0,5252	0,02	0,0399	0,02	0,0546
RD019		Rio Casca	0,0213	0,0493	0,02	0,0274	0,02	0,024	0,02	0,206	0,02	0,0701	0,0342	0,0538
RD023		Marliéria	0,023	0,0631	0,0224	0,0416	0,02	0,0445	0,02	0,0301	0,02	0,02	0,0462	0,0631
RD035		Ipatinga	0,0269	0,071	0,034	0,0916	0,0258	0,064	0,02	0,2777	0,02	0,0755	0,0311	0,0438
RD033		Belo Oriente	0,0237	0,0679	0,0286	0,0471	0,0352	0,1341	0,02	0,0479	0,02	0,0363	0,0323	0,0544
RD083		Periquito	0,02	0,0307	0,02	0,0557	0,02	0,0488	0,02	0,0859	0,02	0,0222	0,0224	0,05
RD044		Gov. Valadares	0,0218	0,0823	0,02	0,1282	0,02	0,0565	0,02	0,1499	0,02	0,0901	0,03	0,0505
RD045		Gov. Valadares	0,02	0,076	0,02	0,1738	0,02	0,0423	0,02	0,0411	0,02	0,0427	0,0331	0,0516
RD053		Tumiritinga	0,0215	0,1834	0,02	0,2956	0,02	0,1327	0,02	0,0227	0,02	0,0712	0,0446	0,0697
RD058		Cons. Pena	0,0247	0,175	0,02	0,1243	0,02	0,0659	0,02	0,221	0,02	0,02	0,0548	0,0781
RD059		Replendor	0,0316	0,0987	0,02	0,1378	0,02	0,0334	0,02	0,0647	0,02	0,0283	0,0433	0,0879
RD067		Aimorés	0,0254	0,0861	0,02	0,0857	0,02	0,0396	0,02	0,1196	0,02	0,2084	0,0277	0,0566

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Nota: **Em vermelho:** valores acima do limite legal para rios de classe 2, de acordo com a DN 01/08.

**Em roxo:** valores acima do limite de classe 2 e acima do máximo da série histórica antes do rompimento.

GRÁFICO 33 – Resultados de zinco total no período pré-rompimento e nos quatro anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

### 3.1.2 Metais e Arsênio em Sedimentos

Ressalta-se que o monitoramento de sedimentos foi realizado mensalmente no período de janeiro a outubro de 2016 quando passou a ser semestral. Portanto, nos gráficos abaixo



se verifica uma quantidade maior de dados para o ano de 2016 em detrimento aos demais, em função da periodicidade de coletas. Na Tabela 9 é apresentado o número de amostras de sedimentos realizadas em cada ponto de amostragem em cada ano de monitoramento no período pós rompimento.

Tabela 9 – Número de amostras de amostras de sedimentos realizadas em cada ponto de amostragem em cada ano de monitoramento no período pós rompimento.

**Número anual de amostras por ponto de amostragem**

Ponto	Localização	2016	2017	2018	2019	2020	TOTAL
RD011	Rio Gual. do Norte	8	1	2	2	2	15
RD071	Rio do Carmo	8	1	2	2	1	14
RD072	Rio Doce	8	1	2	2	2	15
RD019	Rio Casca	8	1	2	2	2	15
RD023	Marliéria	8	1	2	2	2	15
RD035	Ipatinga	8	1	2	2	2	15
RD033	Belo Oriente	8	1	2	2	2	15
RD083	Periquito	8	1	2	2	2	15
RD044	Governador Valadares	8	1	2	2	2	15
RD045	Governador Valadares	8	1	2	2	2	15
RD053	Tumiritinga	8	1	2	2	2	15
RD058	C. Pena	8	1	2	2	2	15
RD059	Resplendor	8	1	2	2	2	15
RD067	Aimorés	8	1	2	2	2	15
	<b>Totais</b>	<b>112</b>	<b>14</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>27</b>	<b>209</b>

Os resultados de sedimentos apresentados são do período de janeiro de 2016 a junho de 2020. Nos Gráficos 34, 35 e 36 são apresentados os resultados de ferro, alumínio e manganês obtidos nos anos de 2016 a 2020, sendo esse último ano apenas dados do 1º semestre. O eixo X representa a distância de cada ponto em relação ao local do rompimento.

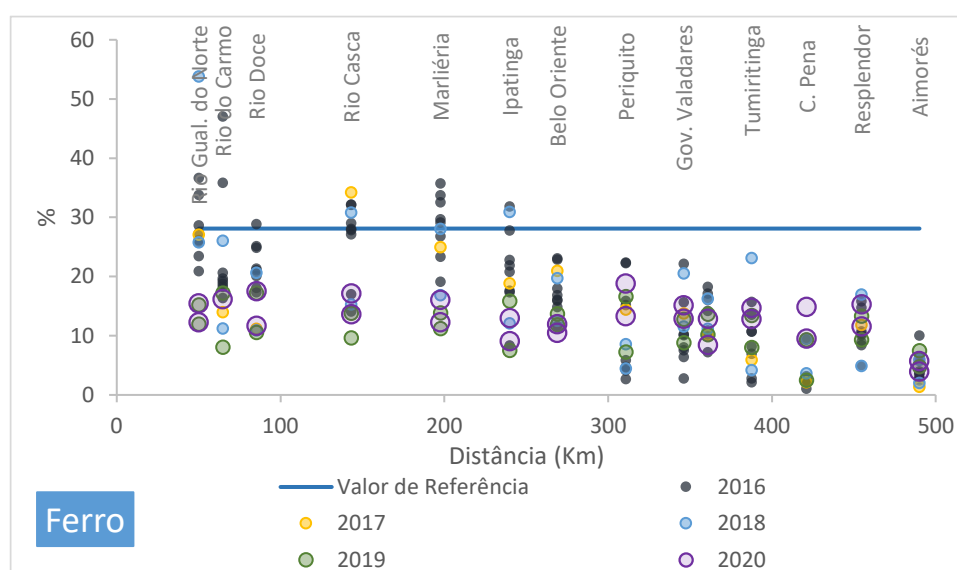
Vale destacar que a Resolução Conama nº 454/2012 não estabelece valores orientadores para os metais ferro, alumínio e manganês. Contudo, Costa (2015) em sua pesquisa do Mapeamento Geoquímico e Estabelecimento de Valores e Referência (Background) de Sedimentos Fluviais do Quadrilátero Ferrífero, encontrou os valores de referência de 28,10%, 4,52% e 0,33%, para ferro, alumínio e manganês, respectivamente, utilizando a técnica de análise fractal. Esses valores serão utilizados no presente relatório como

referência. Os resultados desses metais são expressos em porcentagem de peso seco (%) dada as suas importâncias relativas quanto à composição dos sedimentos.

No que se refere aos resultados de ferro conforme Gráfico 34 registra-se que os valores estiveram entre 1 e 54%, sendo que o maior valor foi obtido no rio Gualaxo do Norte (RD011) em março de 2018. Considerando-se o valor de referência, indicado por Costa (2015) para ferro, destaca-se que percentuais acima desse valor de referência (28,10% de Fe) foram encontrados somente no trecho entre o rio Gualaxo do Norte e rio Doce em Ipatinga (RD035), onde aproximadamente 1/4 dos valores estiveram acima da referência de 28,10% Fe. Em 2019 e 2020 (1º semestre), todos os resultados estiveram abaixo do valor de referência.

Na coleta realizada em 2020 (meses de fevereiro e março), observa-se que os valores de ferro se apresentaram mais elevados no rio Doce nos municípios de Rio Doce (RD072) e Periquito (RD083), registrando valores iguais a 17,47 e 18,79%, respectivamente. Os menores valores foram verificados no município de Aimorés (RD067) com resultados iguais a 3,91 (em fevereiro) e 5,66% (em março). Esses resultados refletem as características esperadas para o material oriundo do rejeito e indicam que nos trechos mais próximos ao evento os sedimentos foram mais afetados no que se refere ao ferro.

Gráfico 34 – Resultados de ferro nos sedimentos das estações do monitoramento especial do rio Doce



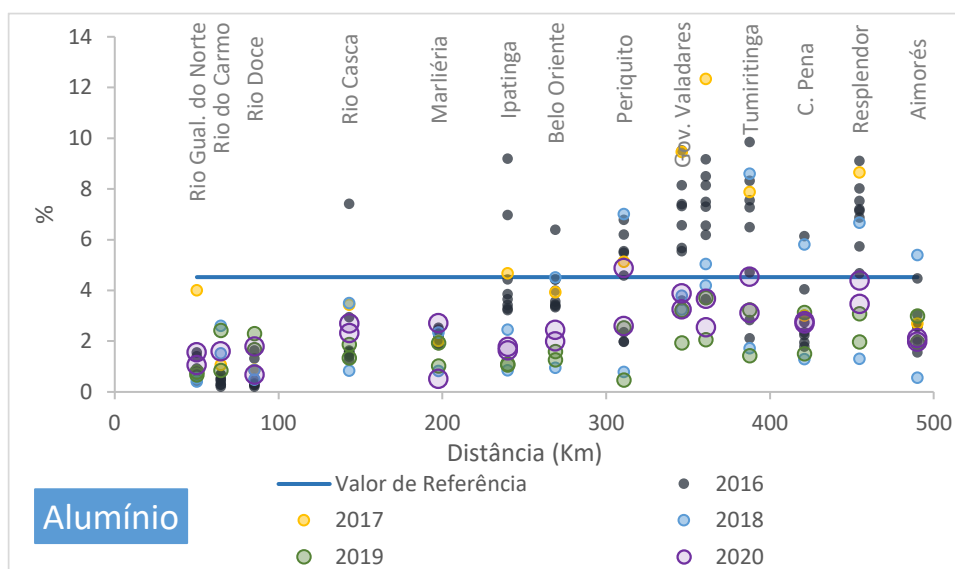
Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Na análise dos dados de alumínio (Gráfico 35) verifica-se um comportamento oposto ao observado para os dados de ferro, visto que valores mais elevados de alumínio foram registrados no trecho mais afastado do rompimento, entre os municípios de Periquito (RD083) e Resplendor (RD059). Nesse segundo trecho os valores de alumínio estiveram entre 0,47 e 12,33%, enquanto no trecho localizado mais a montante, entre o rio Gualaxo do Norte (RD011) e o rio Doce em Marliéria (RD023), variaram entre 0,20 e 7,41%.

Segundo o estudo de Costa (2015), o valor de referência de alumínio é de 4,52% Al. Sendo assim, observa-se que no trecho entre Periquito (RD083) e Resplendor (RD059) mais de 60% dos resultados estiveram acima deste valor de referência, enquanto no primeiro trecho, entre Rio Doce e Belo Oriente, apenas cinco resultados estiveram acima do valor da referência citado. Como os resultados mais elevados foram observados nos trechos mais distantes ao evento, isso pode ser um indicativo de que os sedimentos estão sendo afetados por fatores de pressão relacionados a atividades desenvolvidas na região.

Considerando os dados de 2019 e 2020 (1º semestre), somente dois resultados estiveram acima do limite de referência, ambos em 2020, a saber: na estação RD083 (Periquito) e RD053 (Tumiritinga), nas quais foram registrados valores iguais a 4,87% e 4,53%, respectivamente.

Gráfico 35 – Resultados de alumínio nos sedimentos das estações do monitoramento especial do rio Doce

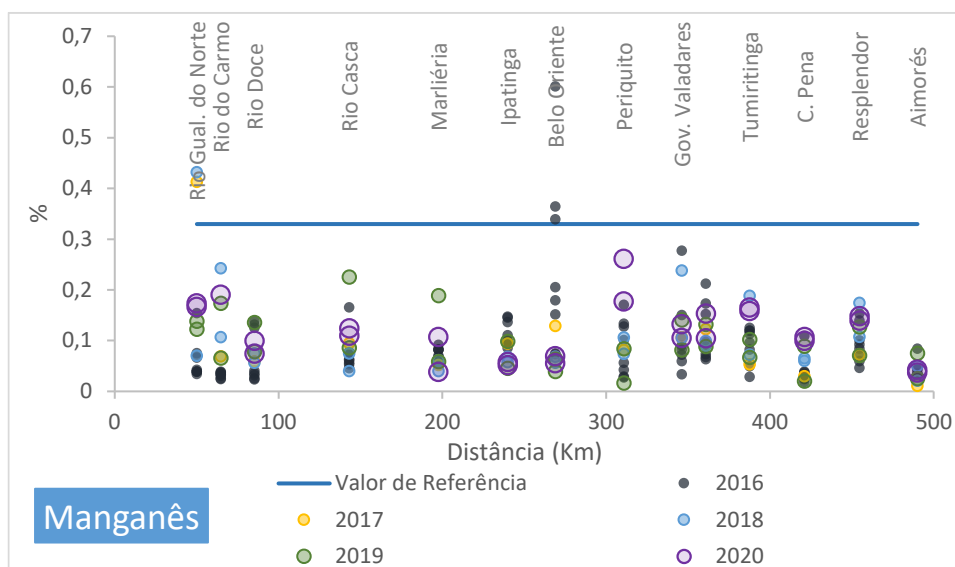


Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

No que se refere aos dados de manganês (Gráfico 36) registra-se que os valores sofreram menor variação ficando entre 0,01 e 0,60% durante o período do monitoramento. O valor de referência para o quadrilátero ferrífero, na pesquisa de Costa (2015), é de 0,33% Mn. Ressalta-se que durante todo o período do monitoramento apenas 5 resultados de manganês foram superiores a esta referência, sendo três deles na estação localizada em Belo Oriente (RD033) (meses de abril, julho e agosto de 2016) e dois no rio Gualaxo do Norte (RD011) em setembro de 2017 e de 2018.

Em 2020 (1º semestre), os valores estiveram entre 0,037% (valor registrado na estação RD067 no município de Aimorés) e 0,261% (valor registrado na estação RD083 no município de Periquito).

Gráfico 36 – Resultados de manganês nos sedimentos das estações do monitoramento especial do rio Doce

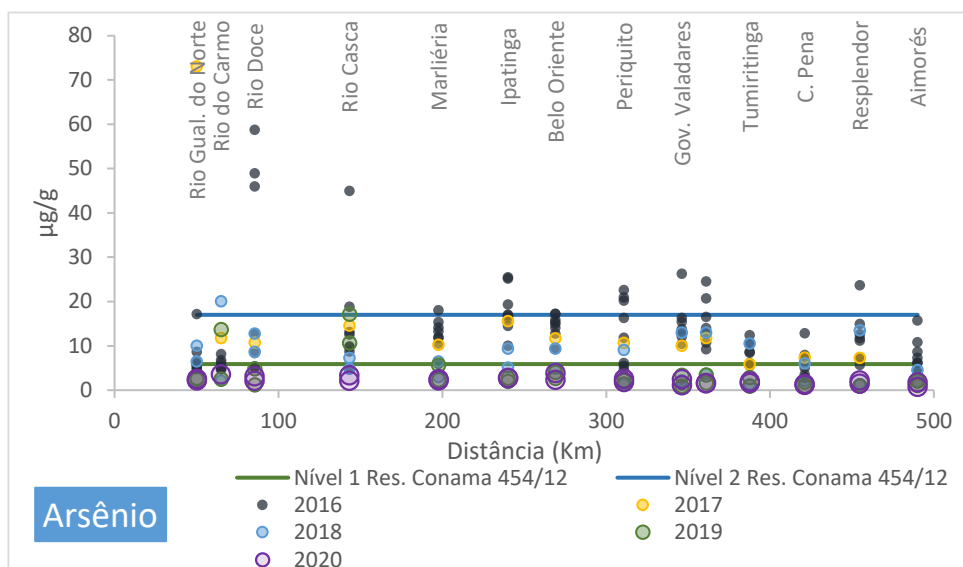


Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

No Gráfico 37 são apresentados os resultados de arsênio nos sedimentos dos anos de 2016 a 2020 (1º semestre). No que se refere aos resultados obtidos ao longo do monitoramento, observa-se que registros de arsênio acima do Nível 2 da Resolução Conama nº 454/2012 (valor acima do qual há maior probabilidade de efeitos adversos à biota – 17 mg/kg) foram obtidos em 22 amostras de um total de 209. A presença de arsênio nos sedimentos está relacionada ao desenvolvimento, durante séculos, do garimpo de ouro na região.

Na coleta do 1º semestre de 2020, valores acima do Nível 1 (valor abaixo do qual há menor probabilidade de efeitos adversos à biota – 5,9 mg/kg) não foram registrados em nenhuma estação.

Gráfico 37 – Resultados de arsênio nos sedimentos das estações do monitoramento especial do rio Doce

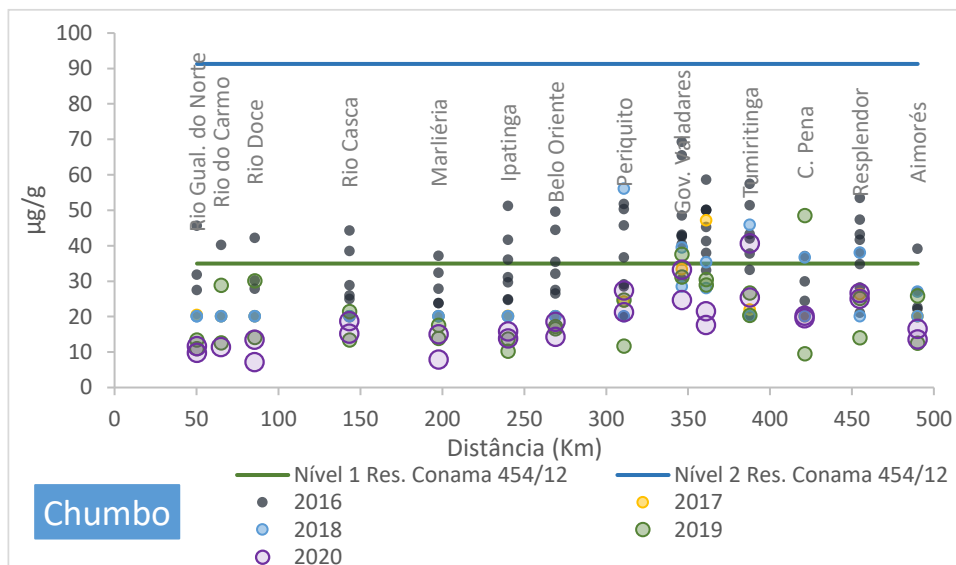


Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

No Gráfico 38 são apresentados os resultados de chumbo nos sedimentos dos anos de 2016 a 2020 (1º semestre). O Nível 2 (valor acima do qual há maior probabilidade de efeitos adversos à biota – 91,3 mg/kg) não foi extrapolado em nenhuma das análises realizadas. Em contrapartida o Nível 1 (valor abaixo do qual há menor probabilidade de efeitos adversos à biota – 35 mg/kg) foi extrapolado em pelo menos uma campanha em todos os pontos avaliados. É possível notar ainda que o trecho que apresentou o maior número de valores de chumbo está próximo ao município de Governador Valadares (RD044 e RD045), com a maioria dos resultados (9 dos 15 ensaios realizados) de chumbo acima do Nível 1. Esses resultados podem estar associados à presença de atividades de metalurgia desenvolvidas na região.

Em 2020 (1º semestre), foi verificado apenas um valor acima do Nível 1, com resultado igual a 40,52%, na estação RD053, no município de Tumiritinga.

Gráfico 38 – Resultados de chumbo nos sedimentos das estações do monitoramento especial do rio Doce

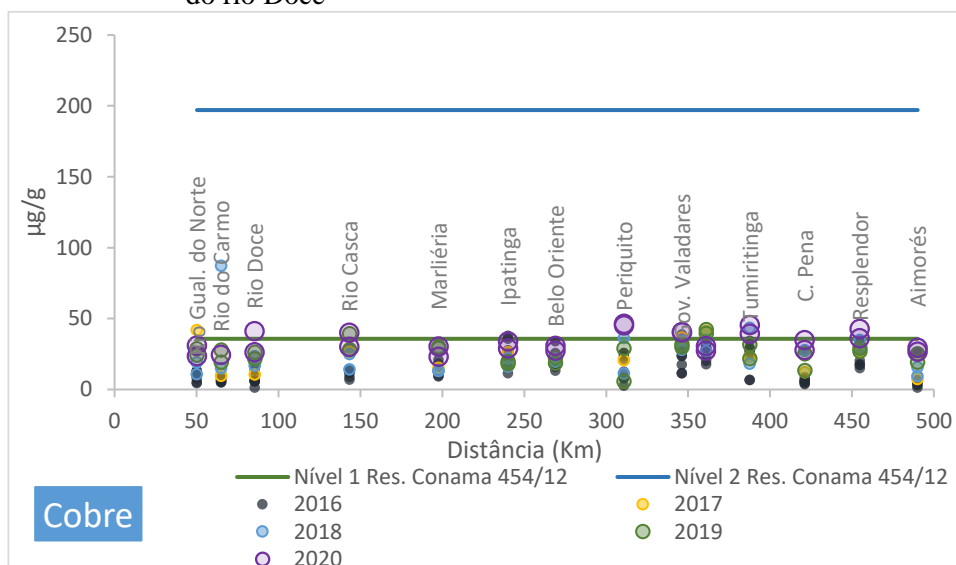


Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

No Gráfico 39 são apresentados os resultados de cobre nos sedimentos para os anos de 2016 a 2020 (1º semestre). Dos 209 ensaios realizados somente 21 estiveram acima do Nível 1 (35,7 µg/g), em datas e trechos distintos. A estação de monitoramento localizada no município de Governador Valadares (RD044) foi a que apresentou o maior número de violações, com quatro resultados acima do Nível 1.

Ressalta-se que o ano de 2020 (1º semestre) foi o que apresentou o maior número de violações, considerando todo o período analisado. Foram registrados 10 resultados acima do Nível 1, num total de 27 amostras. Destaca-se que as amostragens de sedimentos que ocorreram no ano de 2020 foram realizadas no período chuvoso (meses de fevereiro e março), refletindo o aumento da contribuição difusa para esse parâmetro nos sedimentos.

Gráfico 39 – Resultados de cobre nos sedimentos das estações do monitoramento especial do rio Doce



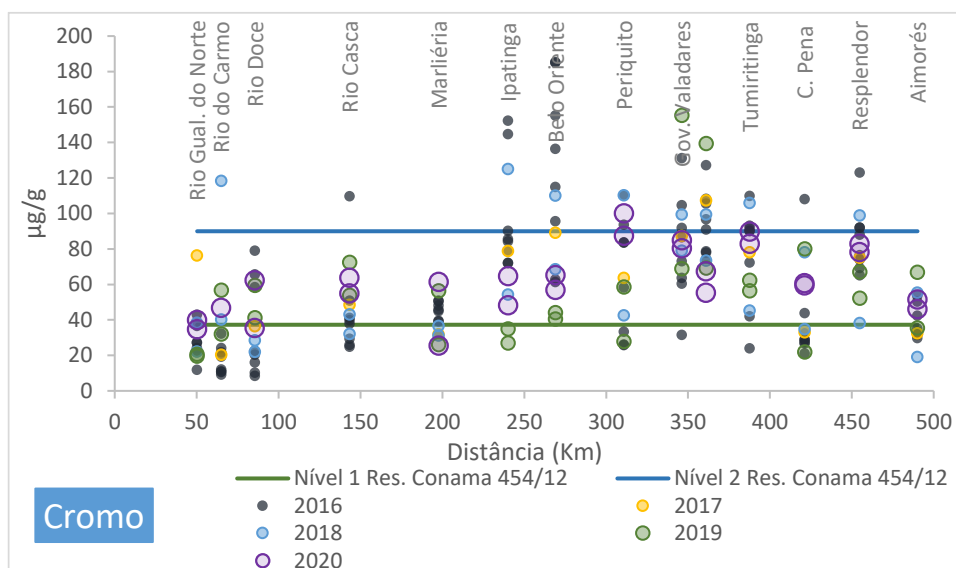
Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

No Gráfico 40 são apresentados os resultados de cromo nos sedimentos dos anos de 2016 a 2020 (1º semestre). Valores de cromo acima do Nível 2 (90 µg/g) da Resolução Conama nº 454/2012 foram registrados em quase todas as estações de monitoramento, exceto naquelas localizadas nos rios Gualaxo do Norte (RD011), e no rio Doce nos municípios de Rio Doce (RD072), Marliéria (RD023) e Aimorés (RD067).

Destaque para as estações de amostragem localizadas entre Ipatinga (RD035) e Tumiritinga (RD053), e no município de Resplendor (RD059) as quais apresentaram a maioria dos resultados de cromo acima do Nível 1 (37,3 µg/g). As estações localizadas em Belo Oriente (RD033) e Governador Valadares (RD045) também se destacam por apresentarem em torno de 50% dos resultados acima do Nível 2. Esses resultados podem estar associados ao desenvolvimento de atividades metalúrgicas na região.

Nas coletas realizadas em 2020 (1º semestre), somente três amostras não extrapolaram o Nível 1 da Resolução Conama nº 454/2012, a saber: no rio Gualaxo do Norte (RD011) em fevereiro; e no rio Doce no município de Rio Doce (RD072) também em fevereiro e em Marliéria (RD023) no mês de março. Os demais resultados apresentaram extrapolação do limite do Nível 1, e um deles extrapolação do Nível 2 (coleta realizada em fevereiro, na estação RD083 no município de Periquito).

Gráfico 40 – Resultados de cromo nos sedimentos das estações do monitoramento especial do rio Doce

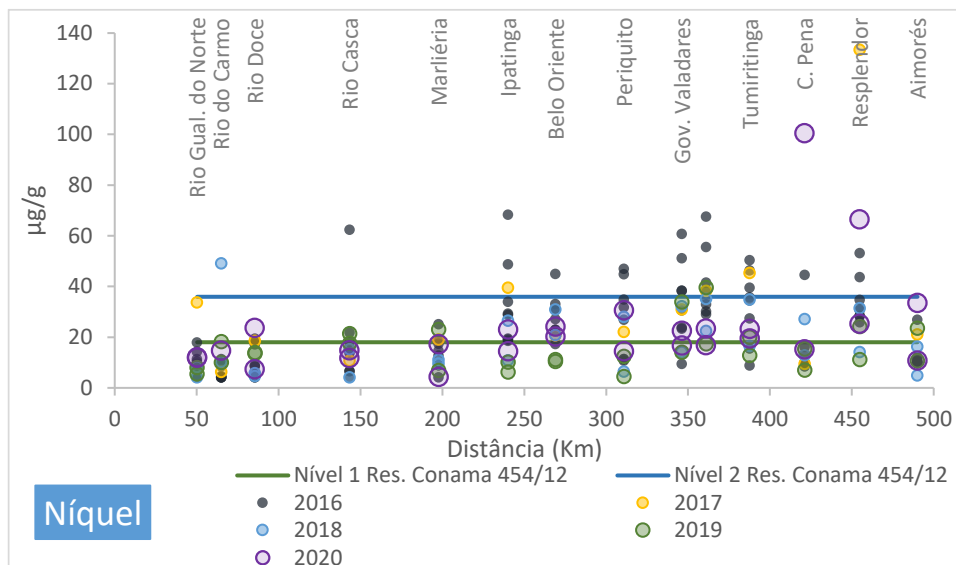


Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Os resultados de níquel nos sedimentos são apresentados no Gráfico 41. Durante o monitoramento os valores de níquel se comportaram de maneira semelhante ao cromo, apresentando concentrações acima do Nível 2 (35,9 µg/g) da Resolução Conama nº 454/2012 em quase todas as estações de monitoramento, exceto nas estações localizadas no rio Gualaxo do Norte (RD011) e no rio Doce nos municípios de Rio Doce (RD072), Marliéria (RD023) e Aimorés (RD067). Na coleta realizada no 1º semestre de 2020 foram registrados valores de níquel acima do Nível 2 no rio Doce nos municípios de Conselheiro Pena (RD058) e Resplendor (RD059). Também em 2020, valor acima do Nível 1 (18 µg/g) foi registrado em quase todas as estações, exceto na RD011 (rio Gualaxo do Norte), RD071 (rio do Carmo), RD019 (rio Doce em Rio Casca) e RD023 (rio Doce em Marliéria).



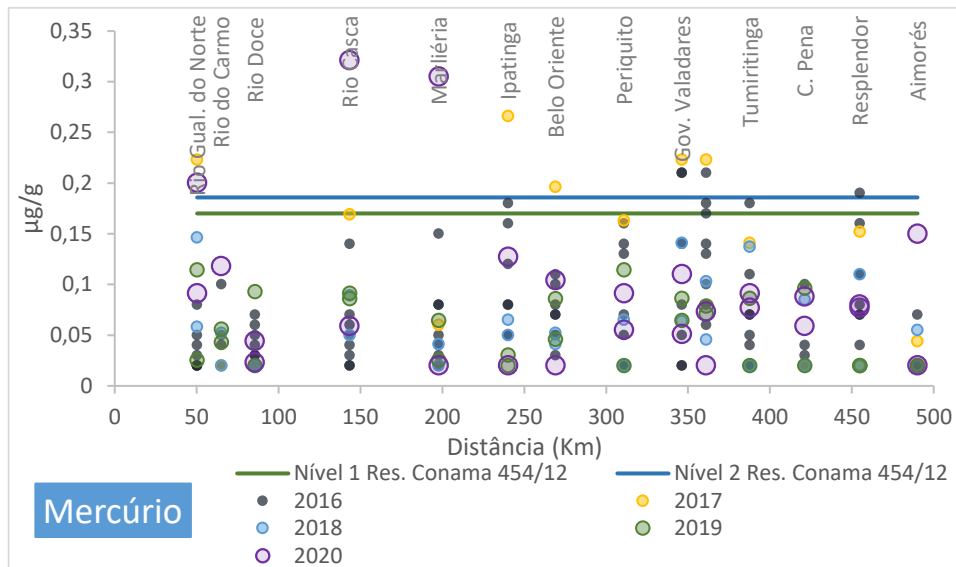
Gráfico 41 – Resultados de níquel nos sedimentos das estações do monitoramento especial do rio Doce



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Os resultados de mercúrio nos sedimentos são apresentados no Gráfico 42. Observa-se que valores de mercúrio acima do Nível 1 foram obtidos em 15 dos 209 resultados avaliados. No que se refere ao Nível 2 (0,186 µg/g) foram obtidos em 12 dos 209 resultados avaliados, sendo que 5 destes ocorreram somente na campanha realizada em setembro de 2017. Na medição realizada em 2018 e 2019 não foram encontrados valores acima dos níveis estabelecidos na Conama 454/2012. Em contrapartida, no 1º semestre de 2020, foram verificadas concentrações acima do Nível 2 no rio Gualaxo do Norte (RD011) e no rio Doce em Rio Casca (RD019) e Marliéria (RD023).

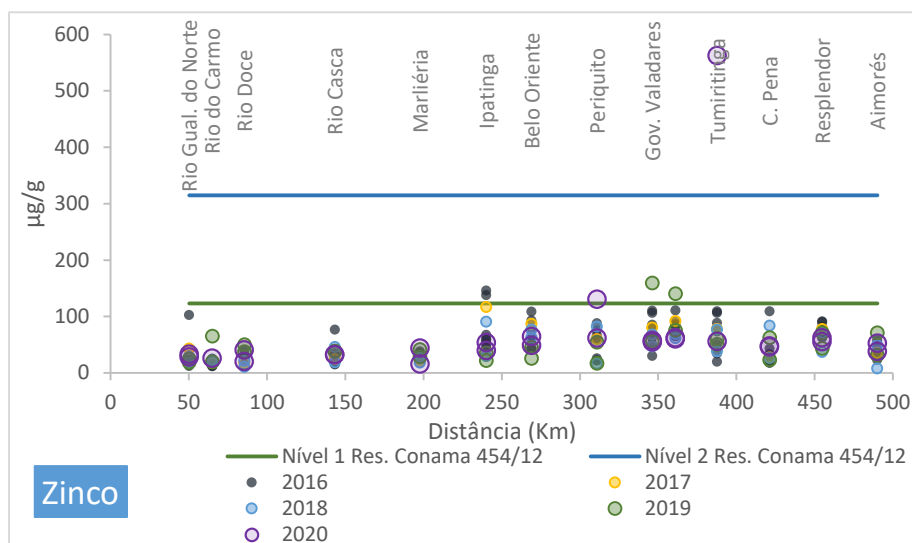
Gráfico 42 – Resultados de mercúrio nos sedimentos das estações do monitoramento especial do rio Doce



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

No Gráfico 43 são apresentados os resultados de zinco para os pontos localizados na calha do rio Doce. Valores de zinco acima do Nível 1 (123 µg/g) foram obtidos na estação de amostragem localizada em Ipatinga (RD035), nas medições realizadas em março e abril de 2016; em Periquito (RD083) em março de 2020; em Governador Valadares (RD044 e RD045) em setembro de 2019. A extrapolação do Nível 2 (315 µg/g) ocorreu apenas em Tumiritinga (RD053) em março de 2020. Todos os demais resultados estiveram abaixo do Nível 1.

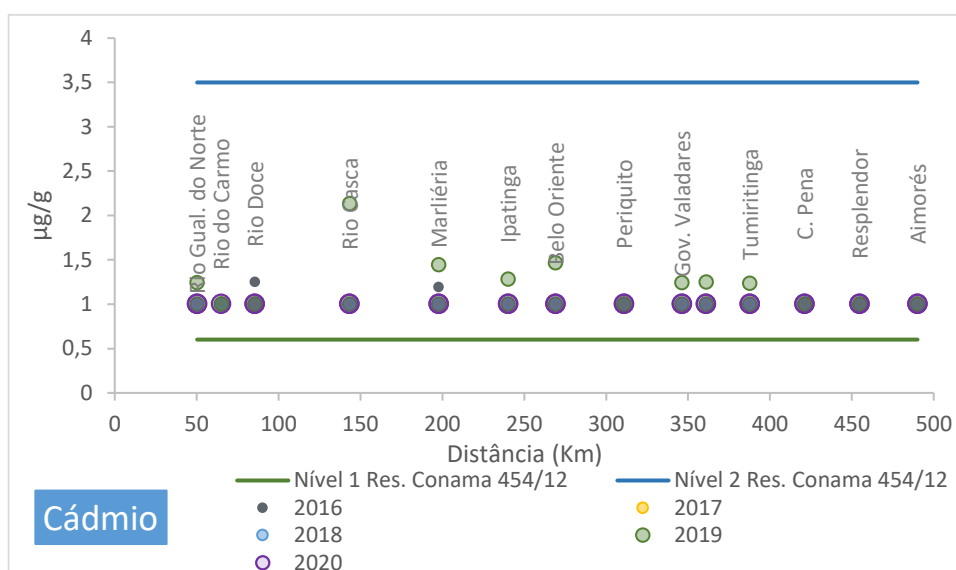
Gráfico 43 – Resultados de zinco nos sedimentos das estações do monitoramento especial do rio Doce



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Com relação ao cádmio, observa-se no Gráfico 44 que todos os valores se apresentaram abaixo do Nível 2 (3,5 µg/g) no período avaliado. Vale registrar que o limite de quantificação do método analítico é superior ao valor estabelecido para o Nível 1 (0,6 µg/g), dessa forma, adotou-se como referência resultados acima de 1,00 µg/g de cádmio. Observa-se, ainda, que valores de cádmio acima do limite de quantificação do método foram obtidos somente em 2016 e 2019, em todas as demais análises o cádmio esteve abaixo do limite de quantificação.

Gráfico 44 – Resultados de cádmio nos sedimentos das estações do monitoramento especial do rio Doce



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da avaliação dos dados de qualidade de água do rio Doce, após quase cinco anos do rompimento da barragem de Fundão em Mariana, foi possível verificar o comportamento geral da área globalmente afetada, com relação aos poluentes considerados mais importantes. Tendo como referência a qualidade histórica das águas no período de cinco anos anteriores ao rompimento da barragem (2010 a 2015), observam-se comportamentos distintos para os parâmetros analisados.

De forma geral, levando-se em consideração o período e os trechos avaliados neste relatório, o ano de 2016 foi o de maior impacto sobre a qualidade das águas do rio Doce

e tributários, quando foram sentidos os efeitos imediatos da passagem da pluma de rejeitos. Uma redução gradual dos valores de quase todos os parâmetros foi observada a partir de 2017.

Com relação aos dados do primeiro semestre de 2020, o volume expressivo de chuvas que ocorreu em Minas Gerais, associado à presença dos rejeitos ao longo da calha do rio Doce, ocasionaram uma piora nos resultados de alumínio dissolvido, manganês total, ferro dissolvido e turbidez. Para esses parâmetros foram registrados valores superiores aos da série histórica e aos 3 últimos anos após o rompimento da barragem (anos de 2017, 2018 e 2019).

Para o arsênio total e os metais cobre dissolvido, cromo total, níquel total e zinco total, os resultados apresentaram pequena variabilidade, com ocorrências dispersas ao longo do rio Doce, além da maior parte das concentrações estarem abaixo do limite de quantificação do método analítico. Violações de cádmio ocorreram em todos os pontos monitorado no rio Doce em pelo menos uma campanha de amostragem no período de 2018 a 2020.

A Resolução Conama nº 454/2012 não estabelece valores orientadores para os metais em sedimentos ferro, alumínio e manganês, desta forma, no presente relatório, foram utilizados como referência para esses metais o estudo de Costa (2015). No que se refere aos resultados de ferro nos sedimentos observou-se que os valores, na análise de todo o período avaliado (2016 a 1º semestre de 2020), apresentaram-se mais elevados nos trechos mais próximos ao rompimento entre o rio Gualaxo do Norte (RD011) e o rio Doce em Ipatinga (RD035).

No que se refere aos dados de manganês em sedimentos registra-se que durante todo o período do monitoramento especial apenas 5 resultados de manganês foram superiores à referência utilizada, sendo 3 deles na estação localizada em Belo Oriente (RD033) e 2 no rio Gualaxo do Norte (RD011).

Na análise dos dados de alumínio nos sedimentos observaram-se valores mais elevados no trecho de jusante, entre os municípios de Periquito (RD083) e Resplendor (RD059) - comportamento oposto ao observado para os dados de ferro.

Os metais cádmio, chumbo e cobre estiveram abaixo do Nível 2 (valor acima do qual há maior probabilidade de efeitos adversos à biota) em todas as amostragens de sedimentos de fundo e em todos os pontos de monitoramento. No que se refere aos resultados obtidos nas duas campanhas realizadas no período chuvoso de 2020 (fevereiro e março de 2020) foram verificados registros de cromo, níquel e mercúrio acima do Nível 2 em pelo menos uma das coletas realizadas. Os registros de extrapolação foram: mercúrio no rio Gualaxo do Norte (RD011) e rio Doce em Rio Casca (RD019) e Marliéria (RD023); níquel no rio Doce em Conselheiro Pena (RD058) e Resplendor (RD059); e o cromo no rio Doce em Belo Oriente (RD033). O arsênio esteve abaixo do Nível 2 nas campanhas realizadas no primeiro semestre de 2020.

Destaca-se que o monitoramento da região afetada pelo rompimento da barragem de Fundão, da Samarco Mineração S.A, continuará a ser realizado pelo Igam, para a avaliação dos impactos ocasionados nos corpos de água, e, desde o mês de outubro de 2016, passou a ser realizado mensalmente nos 14 pontos do Monitoramento Especial das Águas Superficiais do rio Doce. A frequência de monitoramento poderá ser intensificada caso seja necessário.

Anualmente, os dados do monitoramento realizado pelo Igam são consolidados na forma de relatórios técnicos, com o intuito de orientar as ações dos órgãos competentes nas esferas estadual e federal, bem como para fornecer à sociedade o conhecimento da situação da qualidade das águas atingidas pelo desastre. Todas essas informações podem ser consultadas no *site* do Igam<sup>3</sup>.

### INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

#### Atuação do Instituto Mineiro de Gestão das Águas

O Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam) participa da revitalização do rio Doce após o rompimento da Barragem de Fundão, no município de Mariana, por meio da participação em audiências públicas nos municípios atingidos pelo evento, reuniões para alinhamentos com o SISEMA e nos Comitês da Bacia do rio Doce, por meio dos técnicos inseridos nas Câmaras Técnicas do CIF (Comitê Interfederativo), acompanhando,

---

<sup>3</sup> <http://www.igam.mg.gov.br/monitoramento-da-qualidade-dasaguas2/monitoramento-da-qualidade-dasaguas-superficiais-do-rio-doce-noestado-de-minas-gerais>.

discutindo e propondo ações para a recuperação de toda área impactada pelo rompimento da barragem, desde novembro de 2015. As informações a respeito das ações de acompanhamento na bacia do rio Doce poderão ser consultadas nos *sites* do Igam<sup>4</sup> e do CIF<sup>5</sup>.

O Instituto também coordenou a CT-SHQA pelo CIF, de março de 2018 a agosto de 2020, Câmara esta que atua com os programas do TTAC em saneamento básico, abastecimento público e monitoramento da qualidade das águas através do Programa de Monitoramento Quali-Quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos do Rio Doce, Área Costeira – PMQQS. Atualmente, o Igam participa do Grupo Técnico de Acompanhamento do PMQQS (GTA-PMQQS), sob coordenação da CT-SHQA, cujo objetivo é o acompanhamento e análise da implementação do PMQQS, incluindo a análise dos dados de monitoramento e dos relatórios técnicos.

A CT SHQA trabalha atendendo a sete cláusulas do Termo de Transação e Ajustamento de Conduta –TTAC, através do desenvolvimento dos Programas:

- Programa de coleta e tratamento de esgoto e de destinação de resíduos sólidos (compensatório) – PG31;
- Programa de melhoria dos sistemas de abastecimento de água (reparatório e compensatório) - PG32;
- Programa de investigação e monitoramento da Bacia do Rio Doce, área estuarina e costeiras impactadas (acordo reparatório e compensatório) – PMQQS – Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos – PG38;

As áreas de abrangência dos Programas propostos compreendem a Área Ambiental 1 onde se enquadram as áreas afetadas pela disposição dos rejeitos nas calhas e margens dos rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce, considerando os respectivos trechos de seus formadores e tributários, bem como as regiões estuarinas, costeiras e marinha na porção

---

<sup>4</sup><http://www.Igam.mg.gov.br/component/content/article/16/1632-monitoramento-da-qualidade-das-aguas-superficiais-do-rio-doce-no-estado-de-minas-gerais>

<sup>5</sup> <https://transparencia.fundacaorenova.org/cif>

impactada; e Área Ambiental 2 onde se encontram os 39 municípios banhados pelo rio Doce e pelos trechos também impactados dos rios Gualaxo do Norte e Carmo.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria de Consolidação nº 5 de 2017, de 28 de setembro de 2017**. Disponível em:

<https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/marco/29/PRC-5-Portaria-de-Consolida----o-n---5--de-28-de-setembro-de-2017.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2020.

CONSELHO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE (Minas Gerais); CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Minas Gerais). **Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em:

<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8151>. Acesso em: 09 de nov. 2020.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (Brasil). **Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em:

<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 09 de nov. 2020.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (Brasil). **Resolução Conama nº 454, de 01 de novembro de 2012**. Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional. Disponível em:

<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=693>. Acesso em: 09 nov. 2020.

COSTA, Raphael de Vicq Ferreira da. **Mapeamento geoquímico e estabelecimento de valores de referência (background) de sedimentos fluviais do Quadrilátero Ferrífero**. 2015. 185 f. Tese (Doutorado em Evolução Crustal e Recursos Naturais) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2015. Disponível em: <https://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/5737>. Acesso em: 10 dez. 2020.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE (Minas Gerais). **5 anos desastre de Fundão: ações e desafios da recuperação**. Disponível em:

[http://feam.br/images/stories/2020/RECUPERA%C3%87%C3%83O\\_RIO\\_DOCE/5\\_Anos\\_Desastre\\_de\\_Fund%C3%A3o-web.pdf](http://feam.br/images/stories/2020/RECUPERA%C3%87%C3%83O_RIO_DOCE/5_Anos_Desastre_de_Fund%C3%A3o-web.pdf). Acesso em 21 de dezembro de 2020.

FUNDAÇÃO RENOVA. Disponível em: <https://transparencia.fundacaorenova.org/cif>. Acesso em: 15 nov. 2020.

**INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM. Monitoramento da qualidade das águas superficiais do Rio Doce no Estado de Minas Gerais.**

Disponível em: <http://www.Igam.mg.gov.br/component/content/article/16/1632-monitoramento-da-qualidade-das-aguas-superficiais-do-rio-doce-no-estado-de-minas-gerais>. Acesso em: 9 nov. 2020.



## **APÊNDICE A**

Valores máximos, medianos e mínimos dos parâmetros, de acordo com o trecho e o período monitorados

## Instituto Mineiro de Gestão das Águas

Turbidez	MÁXIMOS						MEDIANAS						MÍNIMOS					
	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)
(NTU) Limite DN 1/08: 100																		
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	4105	1462	732	118	885	s/ dados	353	86,15	39,9	26,75	127	s/ dados	169	12,2	5,97	4,1	10,1
RD071 Rio do Carmo	744	5228	608	521	73,4	540	10,55	135	35,9	31,9	19,55	98,1	1,8	41,7	6,04	7,54	3,84	7,95
RD072 Rio Doce	604	5880	1094	317	370	536	9,79	77	24,9	67,05	20,2	131	0,5	50,3	6,63	6,24	3,94	12,1
RD019 Rio Casca	318	1125	1114	663	167	652	12	376	80,05	78,8	18,9	109	2,71	174	25,2	9,47	6,7	26,7
RD023 Marliéria	280	3198	4489	250	204	543	15,7	256	85,3	47,2	35,6	164	2,24	139	46,7	7,14	7,94	24,6
RD035 Ipatinga	382	2682	3062	337	243	384	19,4	263	62,25	62,35	35,6	149	2,56	134	34,7	14,7	6,24	34,5
RD033 Belo Oriente	955	3279	2398	240	287	447	19,5	196	56,15	68,9	31,05	196	2,29	92,6	10,5	16,3	6,07	43
RD083 Periquito	181	3017	2524	612	150	273	20,5	65,3	39,55	31,1	19	94,8	2,78	40,5	6,2	9,47	4,95	22,9
RD044 Gov. Valadares (mont.)	217	3640	3849	694	177	461	10,7	32,8	44,25	24,2	12,03	117	2,28	18,8	4,6	6,9	4,07	30,6
RD045 Gov. Valadares (jus.)	233	4672	1449	674	204	463	13,7	29,9	24,47	25,5	12,05	120	0,5	11,1	4,62	4,7	3,03	28,3
RD053 Tumiritinga	97,4	4200	2401	364	213	925	15,5	24,6	25,36	24,3	12,1	143	1,83	5,73	4	4,7	2,14	33,1
RD058 C. Pena	157	9168	1025	919	183	1346	17,1	19,6	52,02	25,8	9,6	134	1,67	2,84	2,99	5,27	2,05	36,4
RD059 Resplendor	123	6600	725	626	197	447	14,6	20	52,85	27,95	10,34	127	3,28	4,23	4,11	4,97	4,07	33,4
RD067 Aimorés	177	6500	426	591	147	508	13	18,4	26,35	29	9,63	90,4	2,16	3,99	5,43	4,1	1,55	27,2

● Valor menor que o limite     
 ● Valor até 2x o limite     
 ● Valor até 4x o limite     
 ■ valor acima de 4x o limite

Oxigênio dissolvido	MÁXIMOS						MEDIANAS						MÍNIMOS					
	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)
(mg/L) Limite DN 1/08: 5																		
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	8,2	9,1	9,4	9,6	9,6	s/ dados	8	8	8	8	8,9	s/ dados	8	7,1	7,9	6,8	7,6
RD071 Rio do Carmo	9,5	9	8,8	9,3	9,2	9,9	8,2	7,9	7,8	8,1	7,9	8,5	7,5	7,5	7,4	7,7	6,9	7,5
RD072 Rio Doce	9,5	9,3	9	9	8,6	9,5	8	8	7,9	8,1	7,7	8,5	6,8	7,7	7,5	7,7	7,2	7,7
RD019 Rio Casca	8,9	8,6	8,5	8,2	8,6	8,9	7,8	7,7	7,8	7,6	7,5	8,4	6,7	7,3	7,1	6,8	6,9	7,5
RD023 Marliéria	9,7	9,1	9	8,8	8,9	9,7	8,1	8	8	7,9	7,9	8,3	7,3	7,3	7,5	7,4	7,1	7,6
RD035 Ipatinga	9,1	8,7	8,2	8	8,5	9,1	7,7	7,3	7,5	7,5	7,4	8,4	6,4	6,9	6,6	6,9	6,5	6,9
RD033 Belo Oriente	10,3	9	8,6	8,8	8,8	9,4	8,4	8,1	8,1	8,2	7,8	9,2	7,5	7,7	7,3	7,5	7,3	7,7
RD083 Periquito	10,2	8,2	8,2	8	9	9	7,6	7,5	7,4	7,3	7,5	7,9	6,4	6,2	6,3	6,8	6,3	7,4
RD044 Gov. Valadares (mont.)	9,8	8,6	8,2	8,9	8,9	8,8	7,7	7,5	7,6	7,4	7,3	8,3	5,9	6,6	7	6,5	6,6	7,3
RD045 Gov. Valadares (jus.)	9,8	8,2	8,3	8,4	8,6	9	7,6	7,5	7,5	7,5	7,5	8,2	6,3	7	6,9	7,2	6,7	7,5
RD053 Tumiritinga	9,5	8,9	9,3	8,6	8,5	8,9	7,6	8	7,5	7,3	7,6	7,3	6,7	6,7	7,2	7	6,7	6
RD058 C. Pena	10	8,6	8,7	8,5	8,4	8,8	7,7	7,9	7,7	7,7	7,6	7,9	6,9	6,9	7,3	7	6,9	7,1
RD059 Resplendor	10,7	8,4	8,2	8,3	8,9	9	7,8	7,9	7,7	7,7	7,5	7,8	7	6,9	7,3	6,8	6,9	7,6
RD067 Aimorés	8,9	8,9	8,9	8,6	8,5	8,9	7,5	7,9	7,6	7,4	7,4	8,1	6,6	7	6,9	6,5	6,5	7,3

● Valor dentro do limite     
 ● Valor até ½ do limite     
 ● Valor até ¼ do limite     
 ■ valor abaixo de ¼ do limite

## Instituto Mineiro de Gestão das Águas

pH in loco	MÁXIMOS						MEDIANAS						MÍNIMOS					
	Limite DN 1/08: 6 a 9	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	7,8	8	7,8	7,8	7	s/ dados	6,7	7,1	7,1	7	6,9	s/ dados	5,8	6,7	6,3	6,1	6,1
RD071 Rio do Carmo	7,8	7,4	8	7,3	7,8	7,1	6,7	7,1	7,2	6,7	7,1	6,7	6,3	6,2	6,4	6,1	6,1	6
RD072 Rio Doce	7,7	7,7	7,9	7,5	7,6	7,2	7	7,2	7,2	6,9	7	6,9	5,9	6,2	6,3	5,7	6,1	6,1
RD019 Rio Casca	7,7	7,5	7,9	7,5	7,6	7,2	6,9	7,2	7,2	7	7	6,5	6,2	6,1	6,5	5,8	6,1	6,1
RD023 Marliéria	7,9	7,7	7,9	7,3	7,6	7,2	6,9	7,4	7,1	6,9	6,8	6,8	6	6,1	6,1	6	6,2	6,2
RD035 Ipatinga	7,7	7,5	7,9	7,2	7,7	7,1	6,9	7,2	7,3	6,8	6,9	7	5,9	6,1	6,1	5,8	6,2	6,2
RD033 Belo Oriente	7,5	7,5	7,6	7,3	7,6	7,2	6,9	7,1	6,8	6,6	6,9	6,7	6	6,3	6,3	5,9	6	6,2
RD083 Periquito	8,3	7,8	7,6	7	7,6	6,9	6,9	7,1	6,9	6,7	6,8	6,9	5,9	6	6,3	5,7	6	6,2
RD044 Gov. Valadares (mont.)	7,5	7,8	7,6	7,4	7,9	7,1	7	7,2	7	6,7	6,9	7	6,1	6,1	6,3	5,8	6,2	6,3
RD045 Gov. Valadares (jus.)	8,2	7,7	7,5	7,2	7,5	7	7	7	6,9	6,9	6,8	6,9	6,2	6,2	6,3	5,9	6,2	6,4
RD053 Tumiritinga	8,2	8,1	8,9	7,2	8,1	7,1	7	7,3	7	6,7	7,1	7	5,8	5,9	6,6	6	6,3	6,3
RD058 C. Pena	8,9	7,8	8,2	7,4	7,7	7,3	7	7,4	7,1	6,9	6,9	7	6,2	6,2	6,9	6,1	6,2	6,2
RD059 Resplendor	8,8	8,6	7,9	7,4	7,8	7,3	7,2	7,4	7,1	6,6	7,1	7,1	6,3	6,2	6,5	6	6,2	6,5
RD067 Aimorés	7,6	7,8	7,6	7,2	7,5	7,3	7	7,1	7,1	6,6	6,9	7	6,1	6,1	6,7	6,1	6,1	6,6

Condutividade elétrica in loco	MÁXIMOS						MEDIANAS						MÍNIMOS					
	(µS/cm) sem limite na DN 1/08	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	78,5	82,5	70,6	69,2	43,6	s/ dados	72,5	69,1	53,1	59,2	41,1	s/ dados	40,6	41,7	37,1	44,1	28
RD071 Rio do Carmo	84,3	96	148	103	73	75	53,5	69,8	87,7	67,6	61,1	44	31,7	58,3	64,4	54,9	47,7	25,4
RD072 Rio Doce	73,9	79,6	88,8	86,3	81,7	51,3	51,8	62,8	64,2	58	62,4	46,7	33,9	47,6	58,1	44,2	47,9	35,2
RD019 Rio Casca	74,1	74,6	90,6	77,3	92,4	48	49,2	60,5	60,9	58,8	56,2	47,1	34,4	44,8	57	40,3	48,7	32,3
RD023 Marliéria	72,1	78,3	89,9	74,5	70,4	50,2	51	61,4	62,1	56,8	54,7	46,1	35,9	49,1	49,9	47,1	48,6	38,4
RD035 Ipatinga	110	102	102	86,3	81,9	63,4	57,2	71,8	80,2	69,6	67,4	55,8	40,1	54,1	63,6	49,6	54,8	53,4
RD033 Belo Oriente	168	140	166	136	127	75,3	84,8	116	129	102	95,3	60,8	49,8	59	55,1	60	60,2	44,8
RD083 Periquito	125	126	155	118,3	131	60,4	63,7	88,8	108,5	75,9	94,1	47,3	37	33,5	47,1	30,7	43,3	30,7
RD044 Gov. Valadares (mont.)	129	115	139	104,9	114	68,4	72,8	97,5	105,9	77,8	82,2	58,2	44	45,1	47,7	42,8	50,3	39,2
RD045 Gov. Valadares (jus.)	111	118	142	102,7	118	65,4	64,3	88,5	104,3	72,4	77,8	55,2	42,2	58,2	56,2	50,2	50,6	40,8
RD053 Tumiritinga	114	100	148	113,8	109	70,5	71,4	88,2	111,5	79,1	82,5	59,3	49,8	60,4	59,8	54,3	56,3	46,1
RD058 C. Pena	114	102	142	109,5	120	66,7	69,1	88	105,5	77,6	76,5	59,8	49,1	52	59,3	44,2	48,7	39,4
RD059 Resplendor	110	104	142	102,3	126	69,1	68,3	83,9	97	79,7	85,8	63,2	48,2	56,7	61,5	53,7	42,5	46,9
RD067 Aimorés	116	178	118	93,2	109	69,8	65,7	82,3	94,8	70	77,4	62,4	48	60	60,1	54,5	55,2	48,1

## Instituto Mineiro de Gestão das Águas

Sólidos totais	MÁXIMOS						MEDIANAS						MÍNIMOS					
	(mg/L) sem limite na DN 1/08	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	960	652	559	106	793	s/ dados	267	101	76	62	69	s/ dados	144	61	42	40	53
RD071 Rio do Carmo	1184	1804	518	542	90	429	59	404	116	81	54	81	37	134	79	53	44	48
RD072 Rio Doce	968	5296	698	302	336	442	58	135	85	116	58	162	35	72	50	51	36	58
RD019 Rio Casca	282	1055	697	407	157	527	58	273	115	99	67	133	35	131	84	57	39	58
RD023 Marliéria	250	930	830	252	195	455	63	200	117	77	69	165	39	110	76	57	43	63
RD035 Ipatinga	307	874	1994	359	247	310	77	216	94	109	84	186	45	146	80	77	49	91
RD033 Belo Oriente	786	1300	1273	199	278	390	96	214	123	149	105	181	59	141	110	81	77	107
RD083 Periquito	167	1132	1316	327	157	229	68	104	108	78	72	116	46	81	93	63	50	67
RD044 Gov. Valadares (mont.)	213	3016	1982	473	180	398	68	90	113	78	71	140	28	60	87	61	54	80
RD045 Gov. Valadares (jus.)	227	4568	957	400	183	403	65	104	105	77	73	152	45	78	94	59	43	68
RD053 Tumiritinga	189	5048	1173	237	219	407	70	98	100	83	75	138	47	78	84	56	58	72
RD058 C. Pena	354	3292	651	605	200	704	70	86	122	85	82	154	47	74	75	66	41	72
RD059 Resplendor	179	2804	649	340	179	322	70	102	132	87	81	140	44	63	69	55	53	78
RD067 Aimorés	214	2097	332	402	162	434	65	92	101	80	76	112	43	72	67	53	46	56

● Valor menor que o limite     
 ● Valor até 2x o limite     
 ● Valor até 4x o limite     
 ■ valor acima de 4x o limite

Sólidos em Suspensão Totais	MÁXIMOS						MEDIANAS						MÍNIMOS					
	(mg/L) Limite DN 1/08: 100	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	776	522	490	57	703	s/ dados	175	40	33	13	21	s/ dados	85	9	3	2	16
RD071 Rio do Carmo	1088	1692	370	506	53	299	15	294	40	22	10	38	2	34	3	2	2	13
RD072 Rio Doce	894	5160	579	249	221	300	12	80	14	37	9	130	2	19	4	5	5	19
RD019 Rio Casca	202	986	443	286	97	434	12	214	51	41	13	51	2	40	13	2	2	19
RD023 Marliéria	187	702	446	160	100	364	21	139	48	34	17	69	2	51	23	2	3	19
RD035 Ipatinga	230	776	1633	285	147	212	30	130	21	47	20	93	2	79	13	8	7	20
RD033 Belo Oriente	678	1180	865	120	169	303	26	102	26	57	30	95	2	26	2	14	2	22
RD083 Periquito	107	1080	863	252	82	153	12	19	13	15	9	52	2	5	3	3	2	9
RD044 Gov. Valadares (mont.)	84	2880	1396	397	116	317	9	14	26	17	11	70	2	7	2	2	6	22
RD045 Gov. Valadares (jus.)	157	4432	762	314	106	320	11	22	14	16	14	76	2	6	4	2	3	14
RD053 Tumiritinga	116	4712	819	129	128	224	14	21	12	13	13	60	2	2	9	2	2	23
RD058 C. Pena	255	3144	391	460	117	537	17	13	29	15	11	66	2	4	3	5	4	27
RD059 Resplendor	99	2652	337	213	83	186	16	14	33	18	14	54	2	2	2	3	3	22
RD067 Aimorés	74	1889	139	235	52	316	14	14	20	11	16	36	2	4	5	4	2	6

● Valor menor que o limite     
 ● Valor até 2x o limite     
 ● Valor até 4x o limite     
 ■ valor acima de 4x o limite

## Instituto Mineiro de Gestão das Águas

Sólidos dissolvidos totais (mg/L) Limite DN 1/08: 500	MÁXIMOS					MEDIANAS					MÍNIMOS							
	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	184	144	87	66	90	s/ dados	92	72	44	45	50	s/ dados	59	52	36	30	33
RD071 Rio do Carmo	96	142	148	80	58	130	40	110	79	50	42	47	28	66	66	36	30	32
RD072 Rio Doce	74	154	119	85	115	142	47	68	70	58	45	64	28	45	43	43	30	32
RD019 Rio Casca	84	146	254	121	75	93	43	87	66	62	50	82	29	50	57	45	31	39
RD023 Marliéria	65	286	384	92	95	96	44	79	71	60	50	85	27	51	48	42	34	42
RD035 Ipatinga	91	162	361	90	100	98	46	76	76	71	58	92	28	56	66	45	33	70
RD033 Belo Oriente	108	188	408	98	109	96	63	107	113	86	77	86	30	62	86	61	46	66
RD083 Periquito	92	110	453	75	75	76	53	85	95	65	62	64	39	50	85	55	48	41
RD044 Gov. Valadares (mont.)	163	136	586	79	71	81	57	69	85	68	59	61	28	46	71	44	42	58
RD045 Gov. Valadares (jus.)	78	136	195	87	77	83	53	70	90	64	58	76	36	52	68	46	37	54
RD053 Tumiritinga	78	336	354	108	91	183	55	77	83	71	64	78	34	57	68	43	50	49
RD058 C. Pena	132	148	260	145	83	167	52	73	92	69	58	88	40	60	67	58	37	45
RD059 Resplendor	149	152	312	127	96	136	54	80	93	73	66	86	36	58	62	41	41	56
RD067 Aimorés	140	208	193	167	110	207	50	76	80	69	56	77	31	60	58	49	41	50

● Valor menor que o limite     
 ● Valor até 2x o limite     
 ● Valor até 4x o limite     
 ■ valor acima de 4x o limite

Ferro Dissolvido (mg/L) Limite DN 1/08: 0,3	MÁXIMOS					MEDIANAS					MÍNIMOS							
	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	0,238	0,317	0,33	0,374	0,345	s/ dados	0,153	0,158	0,22	0,214	0,244	s/ dados	0,072	0,114	0,149	0,134	0,174
RD071 Rio do Carmo	0,279	0,291	0,311	0,645	0,368	0,344	0,112	0,159	0,136	0,212	0,223	0,237	0,049	0,069	0,083	0,144	0,121	0,208
RD072 Rio Doce	0,538	0,299	0,311	0,544	0,999	0,575	0,149	0,234	0,188	0,274	0,343	0,525	0,069	0,157	0,064	0,153	0,181	0,323
RD019 Rio Casca	0,488	0,251	0,313	0,56	0,565	0,518	0,123	0,167	0,188	0,255	0,292	0,4	0,048	0,073	0,084	0,145	0,119	0,277
RD023 Marliéria	0,358	0,275	1,241	0,427	0,489	1,144	0,12	0,157	0,154	0,176	0,198	0,383	0,046	0,1	0,074	0,115	0,131	0,162
RD035 Ipatinga	0,457	0,265	0,596	0,443	0,754	0,357	0,114	0,169	0,128	0,244	0,226	0,254	0,054	0,091	0,052	0,091	0,083	0,162
RD033 Belo Oriente	0,382	0,325	0,412	0,306	0,962	0,364	0,115	0,189	0,155	0,212	0,204	0,339	0,04	0,036	0,089	0,108	0,085	0,304
RD083 Periquito	0,381	0,368	0,338	0,42	0,483	0,407	0,123	0,177	0,129	0,285	0,198	0,382	0,051	0,103	0,061	0,105	0,094	0,289
RD044 Gov. Valadares (mont.)	0,573	0,279	0,272	0,5	0,614	0,471	0,137	0,173	0,186	0,282	0,258	0,362	0,039	0,121	0,069	0,096	0,064	0,246
RD045 Gov. Valadares (jus.)	0,449	0,326	0,357	0,712	0,571	0,917	0,179	0,214	0,116	0,273	0,254	0,386	0,043	0,174	0,06	0,063	0,049	0,29
RD053 Tumiritinga	0,476	0,768	0,543	0,725	1,857	0,426	0,134	0,173	0,208	0,273	0,198	0,383	0,043	0,077	0,051	0,066	0,051	0,262
RD058 C. Pena	0,624	0,297	0,193	0,614	0,42	0,451	0,128	0,157	0,126	0,276	0,178	0,319	0,048	0,074	0,054	0,057	0,037	0,268
RD059 Resplendor	0,58	0,433	0,263	1,069	0,466	0,545	0,108	0,167	0,141	0,277	0,233	0,419	0,037	0,087	0,038	0,067	0,03	0,397
RD067 Aimorés	0,396	0,764	0,343	0,436	1,225	0,497	0,094	0,086	0,065	0,248	0,186	0,392	0,03	0,043	0,034	0,038	0,03	0,27

● Valor menor que o limite     
 ● Valor até 2x o limite     
 ● Valor até 4x o limite     
 ■ valor acima de 4x o limite

## Instituto Mineiro de Gestão das Águas

Manganês total	MÁXIMOS					MEDIANAS					MÍNIMOS							
(mg/L) Limite DN 1/08: 0,1	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	1,776	2,723	2,187	0,6085	4,1547	s/ dados	0,5473	0,232	0,1686	0,1189	0,495	s/ dados	0,349	0,0397	0,033	0,0362	0,0535
RD071 Rio do Carmo	1,6546	1,375	1,84	1,343	0,3966	1,3524	0,1302	0,309	0,1046	0,1683	0,1135	0,485	0,0351	0,0607	0,0312	0,022	0,0441	0,0518
RD072 Rio Doce	1,52	3,675	2,316	0,468	0,3833	1,1444	0,0751	0,135	0,0818	0,1807	0,0587	0,339	0,0263	0,1041	0,0361	0,0216	0,0329	0,0364
RD019 Rio Casca	0,577	0,898	0,757	0,481	0,3903	0,9785	0,0825	0,3005	0,1285	0,1787	0,077	0,246	0,0308	0,17	0,0745	0,0076	0,047	0,0994
RD023 Marliéria	0,304	0,87	0,842	0,377	0,354	0,7731	0,0908	0,271	0,1206	0,1367	0,0766	0,4079	0,0358	0,203	0,0879	0,0205	0,0475	0,0762
RD035 Ipatinga	0,345	0,695	1,821	0,414	0,3565	0,411	0,109	0,27	0,1295	0,1887	0,1071	0,28	0,0443	0,162	0,0874	0,0325	0,0561	0,1072
RD033 Belo Oriente	0,561	1,51	0,878	0,311	0,3341	0,7117	0,0949	0,202	0,0782	0,1475	0,0719	0,4594	0,0287	0,0477	0,0531	0,0315	0,0445	0,0885
RD083 Periquito	0,113	2,564	0,837	0,485	0,1291	0,1669	0,042	0,0461	0,04	0,0408	0,0356	0,1394	0,0217	0,0299	0,0207	0,0242	0,0232	0,0418
RD044 Gov. Valadares (mont.)	0,16	5,166	0,92	0,481	0,1727	0,6162	0,0301	0,0381	0,0676	0,0396	0,0326	0,1353	0,0187	0,0213	0,0238	0,02	0,0169	0,0447
RD045 Gov. Valadares (jus.)	0,144	5,637	0,789	0,451	0,2065	0,7257	0,0391	0,0367	0,038	0,0365	0,0297	0,1536	0,0161	0,014	0,018	0,0097	0,0141	0,0353
RD053 Tumiritinga	0,1134	2,745	0,773	0,205	0,2177	0,1977	0,0434	0,0363	0,0453	0,0421	0,03	0,1395	0,015	0,0204	0,0181	0,0066	0,0126	0,0448
RD058 C. Pena	0,1167	4,127	0,75	0,735	0,1788	0,709	0,0347	0,0263	0,0469	0,0375	0,0296	0,1591	0,0159	0,0207	0,0309	0,0194	0,0129	0,0414
RD059 Resplendor	0,0948	3,3	0,63	0,255	0,1915	0,164	0,0303	0,0291	0,0447	0,031	0,0277	0,1479	0,0143	0,0211	0,0249	0,0088	0,0164	0,0345
RD067 Aimorés	0,0845	1,578	0,173	0,236	0,0533	0,2462	0,0246	0,0183	0,0258	0,0215	0,0145	0,0574	0,0098	0,0106	0,011	0,0087	0,0051	0,0128

● Valor menor que o limite     
 ● Valor até 2x o limite     
 ● Valor até 4x o limite     
 ■ valor acima de 4x o limite

Alumínio Dissolvido	MÁXIMOS					MEDIANAS					MÍNIMOS							
(mg/L) Limite DN 1/08: 0,1	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	0,115	0,154	0,087	0,086	0,111	s/ dados	0,1	0,068	0,042	0,053	0,092	s/ dados	0,1	0,024	0,025	0,028	0,034
RD071 Rio do Carmo	0,209	0,133	0,161	0,267	0,092	0,273	0,1	0,1	0,071	0,053	0,054	0,106	0,1	0,1	0,02	0,03	0,029	0,033
RD072 Rio Doce	0,171	0,11	0,128	0,139	0,29	0,257	0,1	0,1	0,073	0,069	0,066	0,132	0,1	0,1	0,02	0,03	0,04	0,059
RD019 Rio Casca	0,304	0,1	0,271	0,289	0,116	0,239	0,1	0,1	0,1	0,064	0,064	0,087	0,1	0,1	0,021	0,029	0,034	0,051
RD023 Marliéria	0,243	0,154	1,516	0,114	0,146	0,422	0,1	0,1	0,075	0,051	0,067	0,163	0,1	0,1	0,034	0,028	0,021	0,059
RD035 Ipatinga	0,183	0,158	0,82	0,276	0,193	0,216	0,1	0,1	0,071	0,075	0,074	0,097	0,1	0,1	0,02	0,03	0,036	0,052
RD033 Belo Oriente	0,24	0,1	0,191	0,259	0,335	0,187	0,1	0,1	0,072	0,082	0,083	0,131	0,1	0,1	0,038	0,056	0,059	0,081
RD083 Periquito	0,127	0,14	0,133	0,106	0,278	0,187	0,1	0,1	0,079	0,082	0,082	0,131	0,1	0,1	0,028	0,048	0,043	0,069
RD044 Gov. Valadares (mont.)	0,157	0,112	0,174	0,174	0,257	0,192	0,1	0,1	0,097	0,099	0,104	0,122	0,1	0,1	0,041	0,039	0,043	0,073
RD045 Gov. Valadares (jus.)	0,219	0,139	0,177	0,315	0,221	0,323	0,1	0,1	0,083	0,09	0,108	0,161	0,1	0,1	0,036	0,038	0,033	0,073
RD053 Tumiritinga	0,181	0,557	0,929	0,402	2,037	0,165	0,1	0,1	0,107	0,11	0,083	0,155	0,1	0,1	0,03	0,041	0,035	0,072
RD058 C. Pena	0,181	0,125	0,134	0,288	0,211	0,229	0,1	0,1	0,098	0,092	0,085	0,146	0,1	0,1	0,034	0,059	0,029	0,068
RD059 Resplendor	0,24	0,224	0,142	0,263	0,256	0,31	0,1	0,1	0,076	0,095	0,09	0,231	0,1	0,1	0,045	0,047	0,043	0,101
RD067 Aimorés	0,271	0,166	0,177	0,234	0,406	0,32	0,1	0,1	0,062	0,108	0,096	0,201	0,1	0,1	0,043	0,024	0,046	0,081

● Valor menor que o limite     
 ● Valor até 2x o limite     
 ● Valor até 4x o limite     
 ■ valor acima de 4x o limite

## Instituto Mineiro de Gestão das Águas

Arsênio total		MÁXIMOS					MEDIANAS					MÍNIMOS						
(mg/L) Limite DN 1/08: 0,01	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	0,0014	0,0021	0,0025	0,003	0,0084	s/ dados	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003	s/ dados	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
RD071 Rio do Carmo	0,0393	0,0034	0,0064	0,005	0,0038	0,0077	0,0029	0,0031	0,0027	0,003	0,0029	0,0042	0,0003	0,001	0,0019	0,0019	0,0022	0,0023
RD072 Rio Doce	0,0243	0,0019	0,0113	0,0021	0,0045	0,0078	0,0011	0,001	0,0013	0,0015	0,0012	0,003	0,0003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
RD019 Rio Casca	0,0072	0,0023	0,0026	0,0019	0,003	0,0065	0,0006	0,0015	0,001	0,0013	0,0012	0,003	0,0003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,0013
RD023 Marliéria	0,0053	0,0033	0,0026	0,0022	0,003	0,0038	0,0006	0,0015	0,001	0,0011	0,001	0,003	0,0003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
RD035 Ipatinga	0,0066	0,0015	0,003	0,0017	0,003	0,003	0,0003	0,0011	0,001	0,001	0,0011	0,003	0,0003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,0011
RD033 Belo Oriente	0,0055	0,0025	0,0022	0,0021	0,003	0,003	0,0006	0,0015	0,0011	0,0011	0,0011	0,003	0,0003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
RD083 Periquito	0,001	0,0037	0,0026	0,0016	0,003	0,003	0,0003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003	0,0003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
RD044 Gov. Valadares (mont.)	0,001	0,0055	0,0015	0,0016	0,003	0,0035	0,0003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003	0,0003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
RD045 Gov. Valadares (jus.)	0,001	0,0057	0,0021	0,0016	0,003	0,003	0,0003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003	0,0003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
RD053 Tumiritinga	0,001	0,0022	0,0027	0,001	0,003	0,003	0,0003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003	0,0003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
RD058 C. Pena	0,001	0,0052	0,0037	0,0021	0,003	0,0045	0,0003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003	0,0003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
RD059 Resplendor	0,001	0,0042	0,0023	0,0015	0,003	0,003	0,0003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003	0,0003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
RD067 Aimorés	0,001	0,0041	0,0014	0,001	0,003	0,003	0,0003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003	0,0003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

● Valor menor que o limite     
 ● Valor até 2x o limite     
 ● Valor até 4x o limite     
 ■ valor acima de 4x o limite

Cádmio total		MÁXIMOS					MEDIANAS					MÍNIMOS						
(mg/L) Limite DN 1/08: 0,001	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	0,0005	0,0005	0,0023	0,0005	0,0005	s/ dados	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	s/ dados	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
RD071 Rio do Carmo	0,0005	0,0005	0,0005	0,0024	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
RD072 Rio Doce	0,0005	0,0005	0,0005	0,0023	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
RD019 Rio Casca	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
RD023 Marliéria	0,0005	0,0005	0,0005	0,0022	0,0005	0,0018	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
RD035 Ipatinga	0,0005	0,0005	0,0005	0,0022	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
RD033 Belo Oriente	0,0005	0,0005	0,0005	0,0024	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
RD083 Periquito	0,0005	0,0005	0,0005	0,0024	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
RD044 Gov. Valadares (mont.)	0,0005	0,0005	0,0005	0,0022	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
RD045 Gov. Valadares (jus.)	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
RD053 Tumiritinga	0,0005	0,0005	0,0005	0,0035	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
RD058 C. Pena	0,0005	0,0005	0,0005	0,0026	0,003	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
RD059 Resplendor	0,0005	0,0005	0,0005	0,0041	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
RD067 Aimorés	0,0005	0,0005	0,0005	0,0044	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005

● Valor menor que o limite     
 ● Valor até 2x o limite     
 ● Valor até 4x o limite     
 ■ valor acima de 4x o limite

## Instituto Mineiro de Gestão das Águas

Chumbo total	MÁXIMOS						MEDIANAS						MÍNIMOS						
	(mg/L) Limite DN 1/08: 0,01	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados		0,0134	0,0112	0,0184	0,005	0,0094	s/ dados	0,0077	0,005	0,005	0,005	0,005	s/ dados	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
RD071 Rio do Carmo		0,0136	0,0078	0,007	0,0225	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
RD072 Rio Doce		0,0138	0,0271	0,0134	0,0188	0,0081	0,007	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
RD019 Rio Casca		0,0072	0,0074	0,0141	0,0081	0,0063	0,0148	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
RD023 Marliéria		0,0095	0,0117	0,0176	0,0181	0,0076	0,0087	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
RD035 Ipatinga		0,0148	0,01	0,0375	0,0187	0,0088	0,0065	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
RD033 Belo Oriente		0,0125	0,0157	0,0266	0,0204	0,0072	0,0088	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
RD083 Periquito		0,005	0,042	0,0282	0,0197	0,0075	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
RD044 Gov. Valadares (mont.)		0,005	0,056	0,0678	0,018	0,0083	0,0078	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
RD045 Gov. Valadares (jus.)		0,005	0,076	0,0306	0,0106	0,0073	0,0093	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
RD053 Tumiritinga		0,005	0,094	0,0258	0,0184	0,0116	0,0145	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
RD058 C. Pena		0,0068	0,061	0,0195	0,0206	0,0089	0,0218	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
RD059 Resplendor		0,0063	0,079	0,0181	0,0387	0,0067	0,0102	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
RD067 Aimorés		0,0069	0,04	0,0081	0,0444	0,006	0,0058	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005

● Valor menor que o limite

● Valor até 2x o limite

● Valor até 4x o limite

■ valor acima de 4x o limite

Cobre Dissolvido	MÁXIMOS						MEDIANAS						MÍNIMOS						
	(mg/L) Limite DN 1/08: 0,009	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados		0,004	0,004	0,0044	0,004	0,004	s/ dados	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	s/ dados	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
RD071 Rio do Carmo		0,0083	0,004	0,004	0,004	0,004	0,0055	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
RD072 Rio Doce		0,0054	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
RD019 Rio Casca		0,0054	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
RD023 Marliéria		0,0049	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
RD035 Ipatinga		0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
RD033 Belo Oriente		0,0044	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
RD083 Periquito		0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
RD044 Gov. Valadares (mont.)		0,004	0,004	0,004	0,0097	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
RD045 Gov. Valadares (jus.)		0,0046	0,004	0,004	0,004	0,0053	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
RD053 Tumiritinga		0,004	0,0157	0,0084	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
RD058 C. Pena		0,0045	0,004	0,0051	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
RD059 Resplendor		0,011	0,0049	0,004	0,004	0,004	0,0086	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
RD067 Aimorés		0,004	0,004	0,0375	0,005	0,0099	0,007	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004

● Valor menor que o limite

● Valor até 2x o limite

● Valor até 4x o limite

■ valor acima de 4x o limite



## Instituto Mineiro de Gestão das Águas

Cromo Total	MÁXIMOS					MEDIANAS					MÍNIMOS							
	(mg/L) Limite DN 1/08: 0,05	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	s/ dados	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	s/ dados	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
RD071 Rio do Carmo	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
RD072 Rio Doce	0,04	0,051	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
RD019 Rio Casca	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
RD023 Marliéria	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
RD035 Ipatinga	0,04	0,051	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
RD033 Belo Oriente	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
RD083 Periquito	0,04	0,051	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
RD044 Gov. Valadares (mont.)	0,04	0,118	0,054	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
RD045 Gov. Valadares (jus.)	0,04	0,112	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
RD053 Tumiritinga	0,04	0,217	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
RD058 C. Pena	0,04	0,097	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
RD059 Resplendor	0,04	0,091	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
RD067 Aimorés	0,04	0,074	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04

● Valor menor que o limite    
 ● Valor até 2x o limite    
 ● Valor até 4x o limite    
 ■ valor acima de 4x o limite

Mercúrio total	MÁXIMOS					MEDIANAS					MÍNIMOS							
	(µg/L) Limite DN 1/08: 0,2	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	s/ dados	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	s/ dados	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
RD071 Rio do Carmo	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
RD072 Rio Doce	0,2	0,326	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
RD019 Rio Casca	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
RD023 Marliéria	0,2	0,451	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
RD035 Ipatinga	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
RD033 Belo Oriente	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
RD083 Periquito	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
RD044 Gov. Valadares (mont.)	0,2	0,304	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
RD045 Gov. Valadares (jus.)	0,2	0,239	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
RD053 Tumiritinga	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
RD058 C. Pena	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
RD059 Resplendor	0,2	0,223	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
RD067 Aimorés	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

● Valor menor que o limite    
 ● Valor até 2x o limite    
 ● Valor até 4x o limite    
 ■ valor acima de 4x o limite

## Instituto Mineiro de Gestão das Águas

Níquel total	MÁXIMOS						MEDIANAS						MÍNIMOS					
	(mg/L) Limite DN 1/08: 0,025	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	0,008	0,007	0,006	0,006	0,01	s/ dados	0,005	0,004	0,004	0,004	0,004	s/ dados	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
RD071 Rio do Carmo	0,011	0,004	0,006	0,005	0,008	0,008	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
RD072 Rio Doce	0,009	0,013	0,014	0,008	0,004	0,013	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
RD019 Rio Casca	0,006	0,004	0,011	0,005	0,004	0,012	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
RD023 Marliéria	0,004	0,008	0,015	0,006	0,004	0,008	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
RD035 Ipatinga	0,005	0,005	0,027	0,008	0,004	0,01	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
RD033 Belo Oriente	0,01	0,009	0,021	0,009	0,009	0,026	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
RD083 Periquito	0,006	0,014	0,019	0,005	0,014	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
RD044 Gov. Valadares (mont.)	0,008	0,036	0,017	0,006	0,004	0,009	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
RD045 Gov. Valadares (jus.)	0,004	0,036	0,01	0,005	0,007	0,008	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
RD053 Tumiritinga	0,006	0,089	0,014	0,005	0,005	0,006	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
RD058 C. Pena	0,007	0,031	0,011	0,009	0,004	0,022	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
RD059 Resplendor	0,005	0,031	0,008	0,005	0,004	0,021	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
RD067 Aimorés	0,005	0,022	0,004	0,006	0,004	0,012	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004

● Valor menor que o limite     
 ● Valor até 2x o limite     
 ● Valor até 4x o limite     
 ■ valor acima de 4x o limite

Zinco Total	MÁXIMOS						MEDIANAS						MÍNIMOS					
	(mg/L) Limite DN 1/08: 0,18	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019	2020 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	0,02	0,02	0,364	0,0416	0,0455	s/ dados	0,02	0,02	0,02	0,02	0,0295	s/ dados	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
RD071 Rio do Carmo	0,0597	0,4398	0,02	0,0249	0,0422	0,0387	0,02	0,0252	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
RD072 Rio Doce	0,074	0,0629	0,0233	0,5252	0,0399	0,0546	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
RD019 Rio Casca	0,0493	0,0274	0,024	0,206	0,0701	0,0538	0,0213	0,02	0,02	0,02	0,02	0,0342	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
RD023 Marliéria	0,0631	0,0416	0,0445	0,0301	0,02	0,0631	0,023	0,0224	0,02	0,02	0,02	0,0462	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
RD035 Ipatinga	0,071	0,0916	0,064	0,2777	0,0755	0,0438	0,0269	0,034	0,0258	0,02	0,02	0,0311	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
RD033 Belo Oriente	0,0679	0,0471	0,1341	0,0479	0,0363	0,0544	0,0237	0,0286	0,0352	0,02	0,02	0,0323	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
RD083 Periquito	0,0307	0,0557	0,0488	0,0859	0,0222	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,0224	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
RD044 Gov. Valadares (mont.)	0,0823	0,1282	0,0565	0,1499	0,0901	0,0505	0,0218	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
RD045 Gov. Valadares (jus.)	0,076	0,1738	0,0423	0,0411	0,0427	0,0516	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,0331	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
RD053 Tumiritinga	0,1834	0,2956	0,1327	0,0227	0,0712	0,0697	0,0215	0,02	0,02	0,02	0,02	0,0446	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
RD058 C. Pena	0,175	0,1243	0,0659	0,221	0,02	0,0781	0,0247	0,02	0,02	0,02	0,02	0,0548	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
RD059 Resplendor	0,0987	0,1378	0,0334	0,0647	0,0283	0,0879	0,0316	0,02	0,02	0,02	0,02	0,0433	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
RD067 Aimorés	0,0861	0,0857	0,0396	0,1196	0,2084	0,0566	0,0254	0,02	0,02	0,02	0,02	0,0277	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

● Valor menor que o limite     
 ● Valor até 2x o limite     
 ● Valor até 4x o limite     
 ■ valor acima de 4x o limite