

# ENCARTE ESPECIAL

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

**2015/2019**

*Belo Horizonte 2019*

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 4 ANOS DO  
ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO  
2015-2019**

Belo Horizonte

2020



SECRETARIA DE  
MEIO AMBIENTE E  
DESENVOLVIMENTO  
SUSTENTÁVEL



## 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**

---

#### **Secretário**

Germano Luiz Gomes Vieira

#### **Secretário Executivo**

Hidelbrando Canabrava Rodrigues Neto

---

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

---

#### **Diretora Geral**

Marília Carvalho de Melo

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

Ana Carolina Miranda Lopes de Almeida

#### **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

Roberta Silva Ocampos, 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: Sisema

I59e Instituto Mineiro de Gestão das Águas.  
Encarte especial sobre a qualidade das águas do Rio Doce após 4 anos de rompimento da barragem de fundão 2015-2019 / 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**

O rio Doce é um rio estratégico para o desenvolvimento da região leste do Estado de Minas Gerais. Diversas atividades são dependentes das águas do rio Doce e seus afluentes, com destaque para o abastecimento público de grandes cidades, agricultura e atividades minerárias.

Desde o rompimento da barragem do Fundão, localizada no distrito de Bento Rodrigues, município de Mariana, em 2015, diversos usos foram impactados pela condição da qualidade da água. Já são quatro anos e resultados ainda aquém do esperado. Deve-se, portanto, tornar-se mais ágil o processo de recuperação do rio, com ações de saneamento, recuperação das áreas degradadas para que ele retorne a ser um veículo de desenvolvimento e qualidade de vida para a população da região.

O IGAM, no uso de suas competências, desde o rompimento da Barragem de Fundão intensificou o monitoramento da qualidade das águas e dos sedimentos dos corpos de água diretamente afetados pelo rompimento.

Os dados de 4 anos de monitoramento das águas superficiais após o rompimento da barragem de Fundão em Mariana são apresentados nesse encarte. O programa de monitoramento visa fornecer à sociedade o conhecimento da situação da qualidade das águas dos corpos de águas atingidos pelo desastre, bem como permitir o acompanhamento das ações de recuperação da bacia do rio Doce. Além disso é apresentado as principais ações e entregas da Câmara Técnica de Segurança Hídrica e Qualidade da Água (CT-SHQA), cuja coordenação está a cargo do IGAM desde 2018.

Marília Carvalho de Melo  
Diretora Geral Igam

## SUMÁRIO

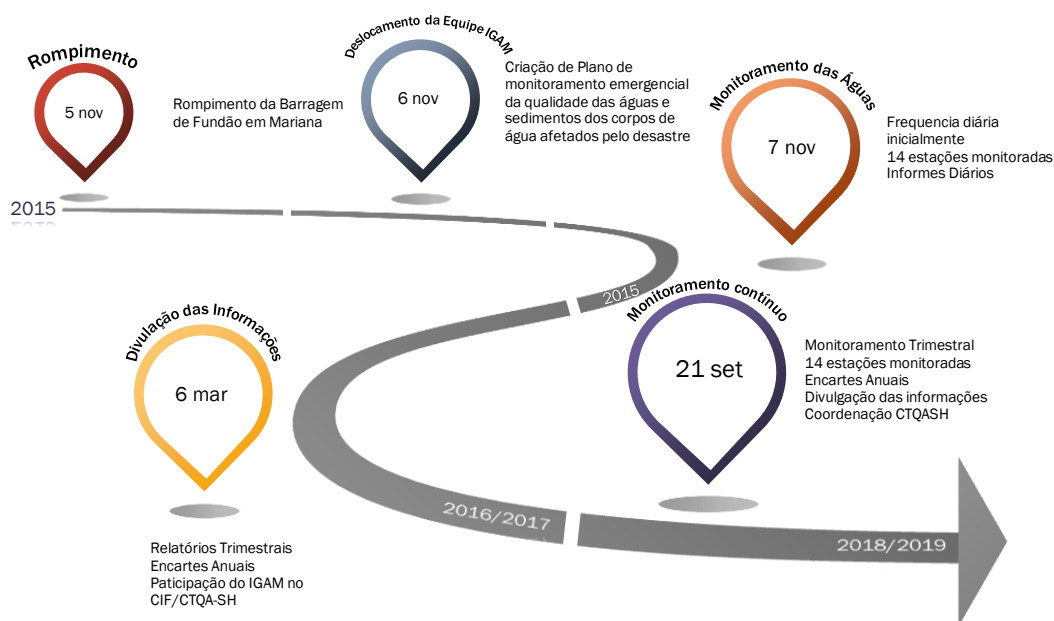
<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	4
<b>1 HISTÓRICO DO MONITORAMENTO ESPECIAL DO RIO DOCE</b> .....	5
<b>2 PADRÕES DE QUALIDADE DE ÁGUA</b> .....	9
<b>3 ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO DOCE APÓS O PERÍODO DE QUATRO ANOS DO ROMPIMENTO DE BARRAGEM DA SAMARCO</b> .....	9
<b>3.1 Discussão dos resultados</b> .....	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> .....	16
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 <i>Metais e Arsênio em sedimentos</i> .....	47
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	588
<b>5 INFORMAÇÕES ADICIONAIS</b> .....	611
<b>5.1 Atuação do Instituto Mineiro de Gestão das Águas</b> .....	611
<b>5.2 Programa de Monitoramento Quali-qualitativo da Água e Sedimentos no Rio Doce e Zona Costeira – PMQQS</b> .....	622
<b>5.3 Programa de coleta e tratamento de esgoto e de destinação de resíduos sólidos – PG-031</b> .....	644
<b>5.4 Programa de melhoria dos sistemas de abastecimento de água – PG-032</b> .....	656
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	67
<b>ANEXO</b> .....	68

## 1 HISTÓRICO DO MONITORAMENTO ESPECIAL DO RIO DOCE

No dia 05 de novembro de 2015, a Barragem do Fundão, pertencente à Samarco Mineração S.A., localizada no distrito de Bento Rodrigues, município de Mariana, se rompeu. O barramento, classificado como Classe III, de alto potencial de dano ambiental, era destinado a receber e armazenar o rejeito gerado pela atividade de beneficiamento de minério de ferro. 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.

O rompimento da Barragem de Fundão causou diversos impactos socioeconômicos e ambientais na bacia do rio Doce, com várias implicações na qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Doce, inclusive em toda a extensão do rio Doce. Na Figura 1 são apresentados os principais marcos do acompanhamento do rompimento da barragem de Fundão realizado pelo Igam.

Figura 1 – Principais marcos do acompanhamento do rompimento da barragem de Fundão



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

O Igam desde o rompimento da Barragem de Fundão até os dias atuais vem realizando de forma sistemática o monitoramento em 14 estações de monitoramento na bacia do rio Doce para o acompanhamento da situação da qualidade das águas e dos sedimentos (QUADRO 1). 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.

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

<b>Estações</b>	<b>Município</b>	<b>Descrição</b>	<b>Latitude (S)</b>	<b>Longitude (W)</b>
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 casa 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"

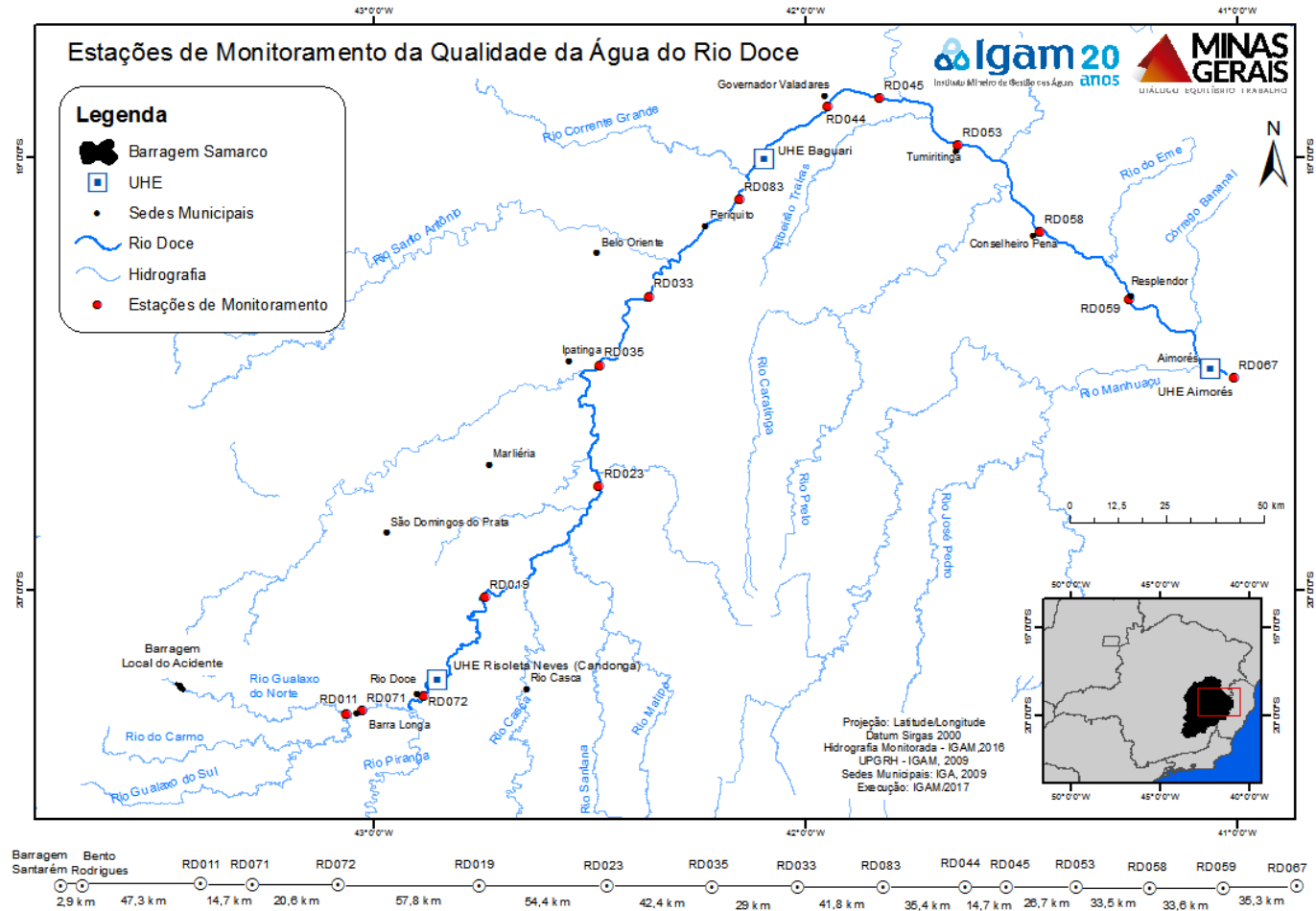
Fonte: Elaborado pelos autores (2019)



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.

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.

Mapa 1 – Localização geográfica das estações de monitoramento especial do rio Doce



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

## 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 DO RIO DOCE APÓS O PERÍODO DE QUATRO ANOS DO ROMPIMENTO DE BARRAGEM DA SAMARCO

O objetivo deste encarte é apresentar a evolução da qualidade das águas no rio Doce, decorridos quatro anos após o 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 três anos e meio de monitoramento da qualidade das águas, dividiram-se os dados em cinco 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.

Foram elaborados gráficos de percentis 25, 50, 75 e 90 para ilustrar o comportamento dos resultados dos parâmetros em cada um dos quatro 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 (2019)

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 (ANEXO 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 encontrarem em conformidade com a norma; na cor amarela, aqueles que estiverem em desacordo com a norma, atingindo até duas vezes o correspondente limite; 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; o vermelho, valores até um quarto do limite; e o vermelho realçado, valores abaixo de um quarto do limite. 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 Anexo 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 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 (2019)

### 3.1 Discussão dos resultados

#### 3.1.1 Águas Superficiais

Os gráficos apresentados a seguir se referem aos resultados obtidos no monitoramento especial e da série histórica do Igam, no período pré rompimento e nos anos após o rompimento da barragem de Fundão 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.

A seguir serão apresentados os gráficos dos parâmetros que apresentaram violação em pelo menos uma campanha de amostragem realizada nos últimos 12 meses avaliados (julho de 2018 a junho de 2019), e em pelo menos uma estação de amostragem, além dos resultados de condutividade elétrica *in loco*, que não possui limite estabelecido na DN 01/08. Os parâmetros avaliados no presente encarte foram: 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.

Os gráficos contemplarão a análise estatística dos resultados mensais no período pré rompimento, no primeiro, segundo, terceiro e quarto anos após o rompimento da barragem de Fundão nas águas do rio Doce, sendo que no quarto ano foram contemplados os resultados do 1º semestre de 2019.

Além disso, no Anexo A, são apresentados os valores máximos, médios e mínimos medidos em cada estação, para série histórica, para os anos de 2016, 2017, 2018 e 1º semestre de 2019, para todos os parâmetros avaliados no monitoramento emergencial.

### *3.1.1.1 Turbidez*

No Gráfico 1 é apresentada a análise estatística dos resultados de turbidez no período pré rompimento, nos três primeiros anos após o rompimento da barragem de Fundão e o 1º semestre de 2019, 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 nos anos seguintes.

Esse fato pode ser confirmado ao comparar os valores de mediana: 14,6 NTU no pré-rompimento, 137,0 NTU no 1º ano após o rompimento, 53,0 NTU em 2017 e 39,6 em 2018. E em 2019 (1º semestre), o que se observa também é uma redução no valor mediano (34,8 NTU), e também uma redução no número de violações tanto no período seco, quanto no período chuvoso.

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) 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.

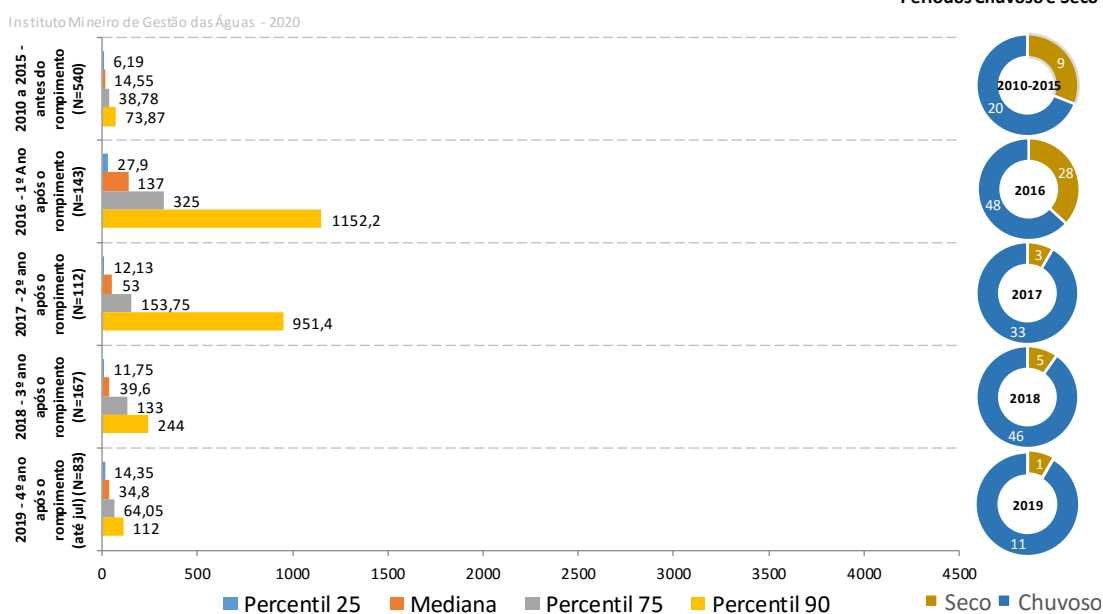
No quarto ano após o rompimento (1º semestre de 2019), registrou-se uma redução dos valores considerando os 6 primeiros meses, com apenas 10% dos resultados acima de 112

NTU. Ao avaliar o número de violações observa-se que das 83 análises realizadas no 1º semestre de 2019, 12 apresentaram violação do limite de classe, sendo 11 violações na estação chuvosa e 1 na seca. Esse fato pode ser explicado pelo comportamento sazonal dos resultados uma vez que a grande maioria das violações foi registrada no período chuvoso para ambos os períodos avaliados.

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

**Estatística dos valores de Turbidez (NTU) em todos os trechos**

Ocorrências de Violações - Períodos Chuvoso e Seco



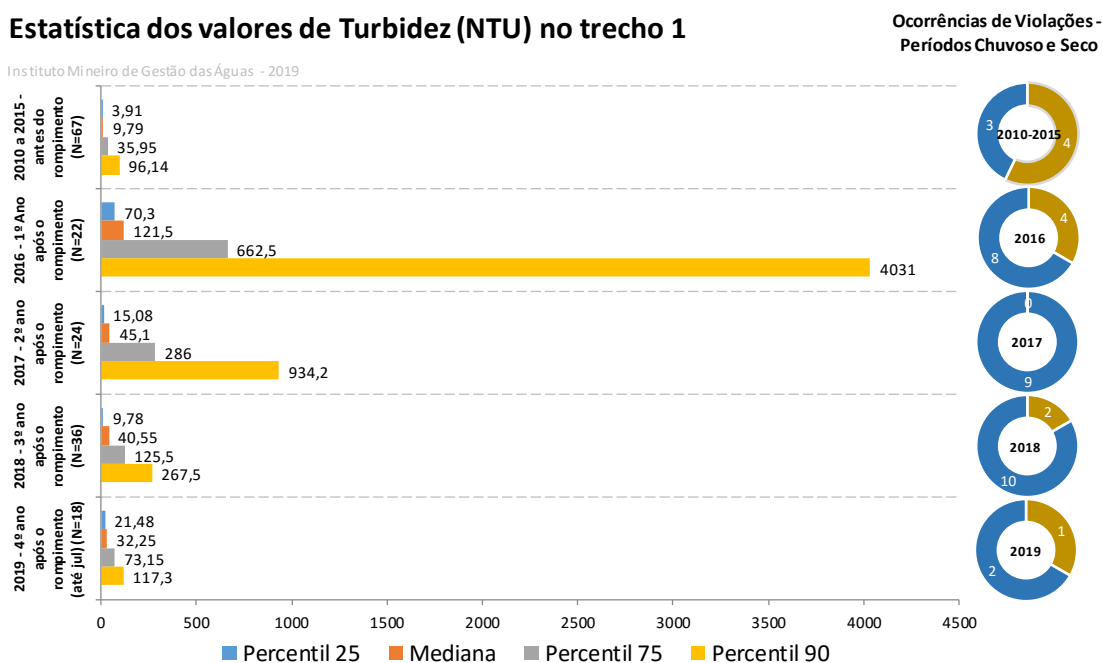
Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Nos Gráficos 2 a 5 são apresentadas as análises estatísticas dos resultados de turbidez no período pré rompimento, nos três primeiros anos após o rompimento da barragem de Fundão e o 1º semestre de 2019, 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 o percentil 75 passou de 662,5 NTU em 2016 para 73,15 NTU em 2019.

Na avaliação dos trechos 3 e 4, registra-se que os impactos do rompimento da barragem foram bastante inferiores na comparação com os trechos de montante. Entretanto, na comparação com o período pré rompimento observa-se que além de terem registrado essa elevação dos níveis de turbidez, essa condição apresentou uma redução gradativa nos três últimos anos e meio.

Os resultados de turbidez demonstram o impacto do rompimento da barragem de Fundão sobre as águas do rio Doce. E, após quatro anos e meio após o rompimento, os valores ainda são superiores, mas próximos, aos que eram obtidos antes do rompimento da barragem ao longo dos quatro trechos avaliados. Esses resultados indicam que com as diversas ações implementadas ao longo desses anos é possível verificar o reestabelecimento dos níveis de turbidez ao que eram encontrados antes do acidente.

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



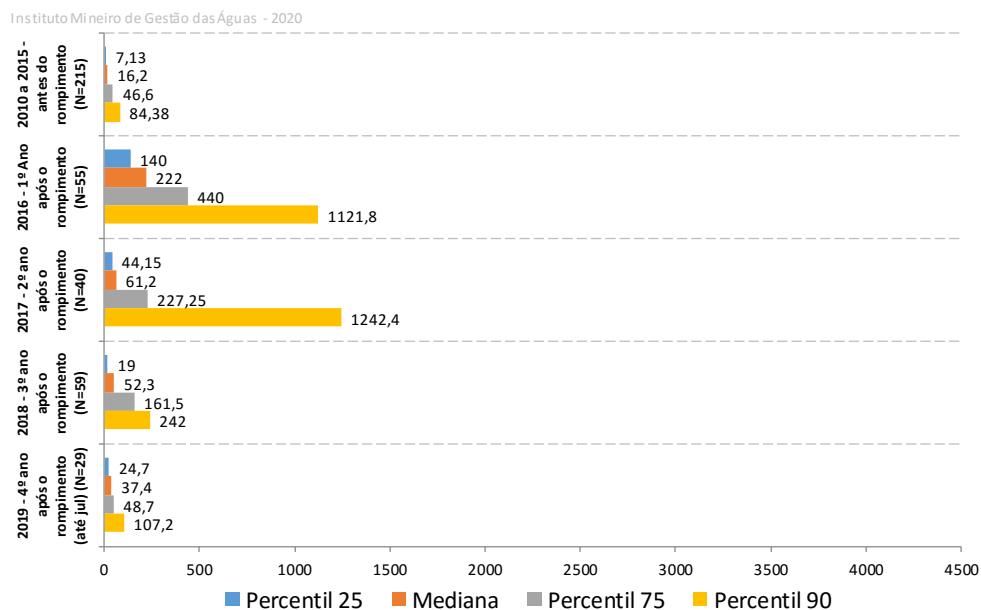
Fonte: Elaborado pelos autores (2019)



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

**Estatística dos valores de Turbidez (NTU) no trecho 2**

Ocorrências de Violações -  
Períodos Chuvoso e Seco

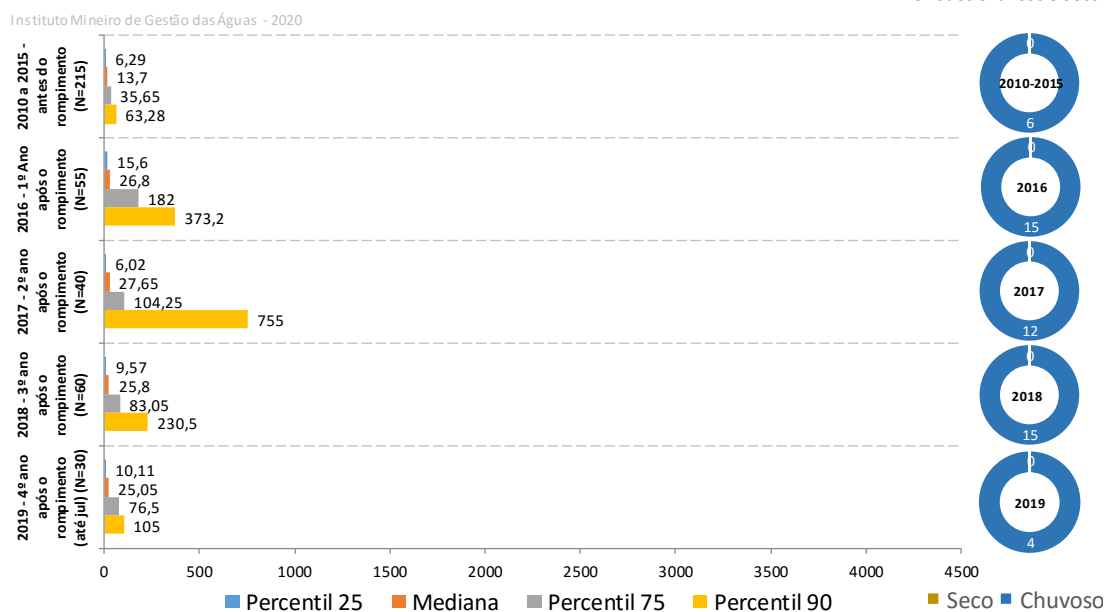


Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

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

**Estatística dos valores de Turbidez (NTU) no trecho 3**

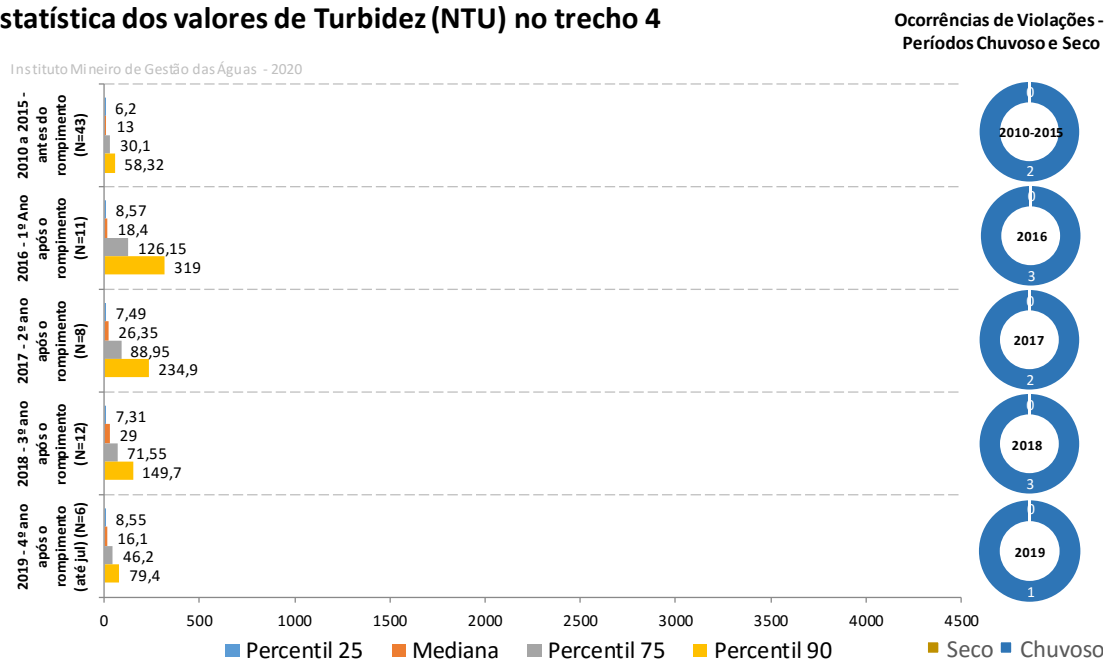
Ocorrências de Violações -  
Períodos Chuvoso e Seco



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

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

**Estatística dos valores de Turbidez (NTU) no trecho 4**



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

3.1.1.2 Sólidos em suspensão totais

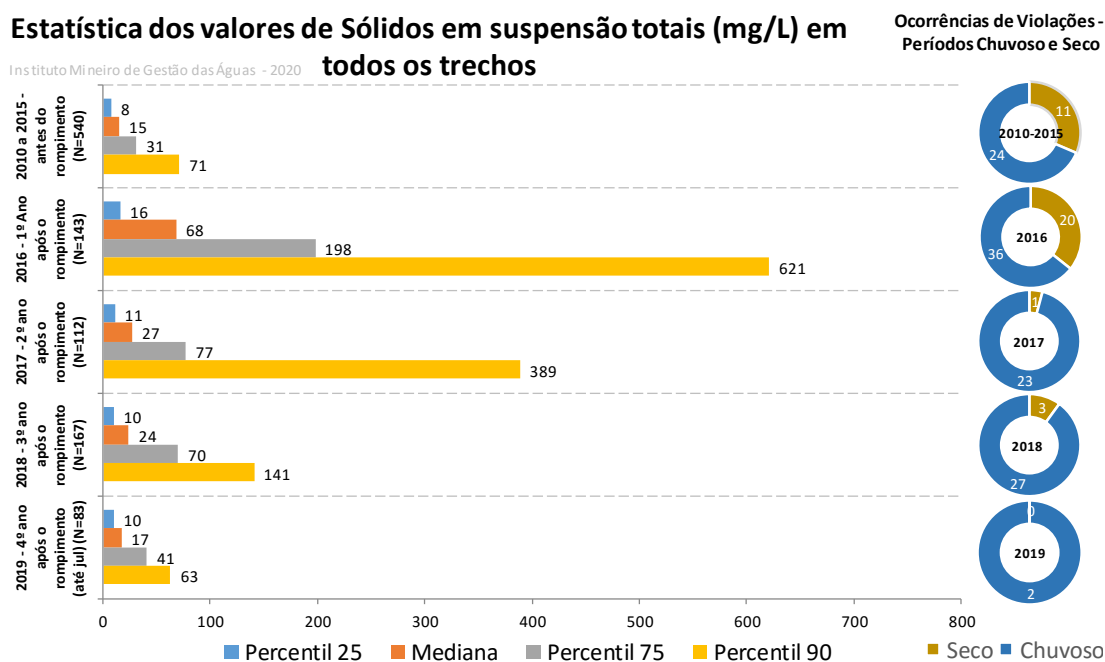
No Gráfico 6 é apresentada a análise estatística dos resultados de sólidos em suspensão totais no período pré rompimento, nos três primeiros anos após o rompimento da barragem de Fundão e o 1º semestre de 2019, para todos os trechos avaliados da bacia. Ao avaliar o comportamento geral do rio Doce e dos 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, principalmente em 2017.

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 e 24 mg/L em 2018. Em 2019, registra-se uma redução considerando os 6 primeiros meses, passando a registrar mediana de 17,0 mg/L. 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) 90% dos resultados estiveram em conformidade com o limite de classe. Porém, após o rompimento, valores acima de 100 mg/L foram registrados em mais de 30% dos dados em 2016 (dos 143 resultados de sólidos em suspensão totais obtidos, 56 estiveram acima do limite de classe) e em torno de 20% dos dados em 2017 (dos 112 resultados de sólidos em suspensão totais obtidos, 24 estiveram acima do limite de classe). No terceiro ano após o rompimento (2018), registrou-se redução também, com menos de 20% dos resultados acima de 100,0 mg/L e mediana de 24,0 mg/L.

No quarto ano após o rompimento (1º semestre de 2019), registrou-se também redução nos valores considerando os 6 primeiros meses, com valor mediano de 17,0 mg/L e percentil 90 igual a 63 mg/L. Ao avaliar o número de violações, observa-se que das 83 análises realizadas no 1º semestre de 2019, somente 2 amostras apresentaram violação do 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 três anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce



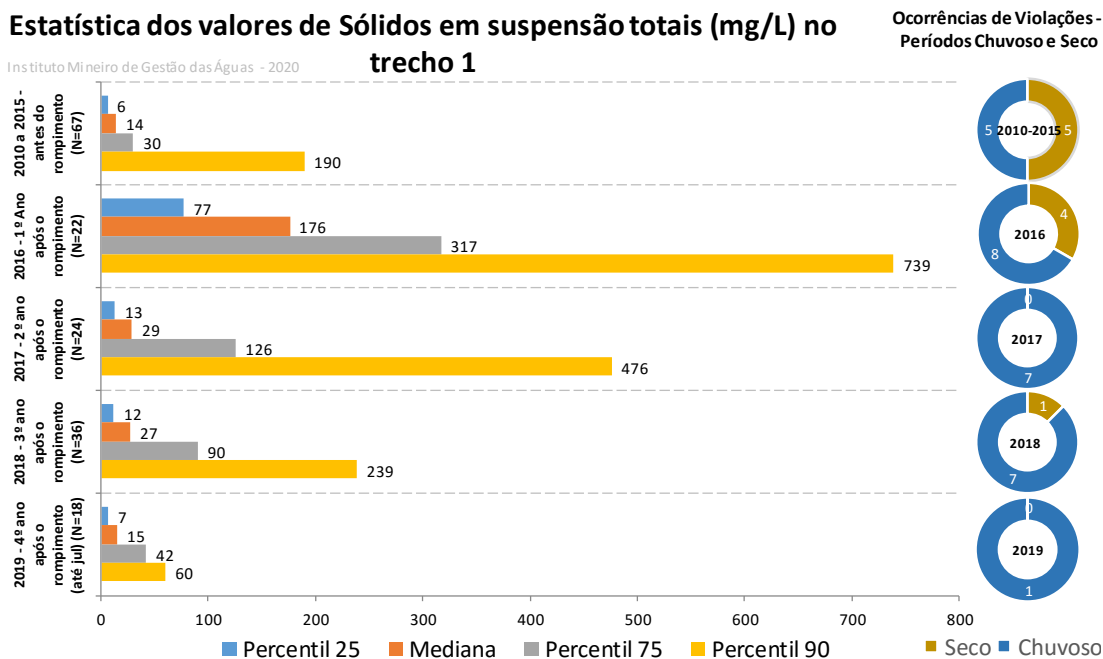
Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Nos Gráficos 7 a 10 é apresentada a análise estatística dos resultados de sólidos em suspensão totais no período pré rompimento, nos três primeiros anos após o rompimento da barragem de Fundão e o 1º semestre de 2019, separados pelos trechos 1, 2, 3 e 4. Na comparação entre os quatro trechos observa-se que, assim como o observado para turbidez, 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.

Na avaliação dos trechos 3 e 4, registra-se que os impactos do rompimento da barragem foram bastante inferiores na comparação com os trechos de montante, chegando a apresentar registros de violação em menos de 10% dos resultados, mesmo no 1º ano após o rompimento (2016). No primeiro semestre de 2019, os trechos 1 e 2 apresentaram somente uma violação ao limite de classe (100 mg/L), e nos trechos 4 e 5 não foram observadas violações nesse período.

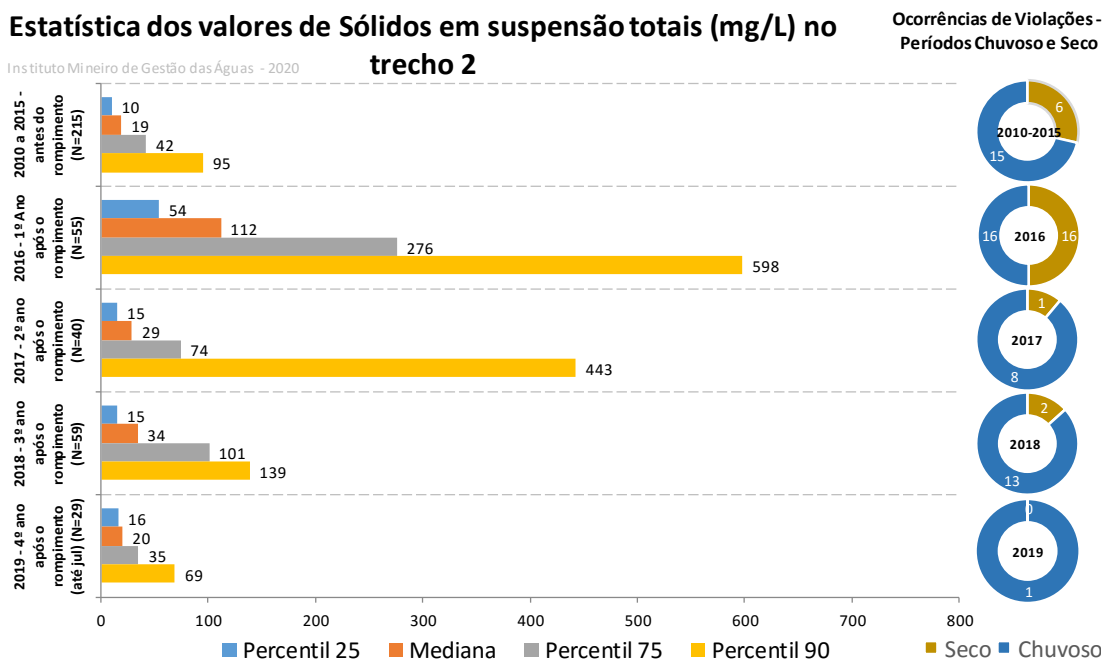
Os resultados de sólidos em suspensão totais corroboram o impacto do rompimento da barragem de Fundão sobre as águas do rio Doce demonstrado pelos resultados de turbidez. O comportamento sazonal também é notado para os sólidos em suspensão, uma vez que a grande maioria das violações em ambos os trechos avaliados ocorreram nos períodos de chuva. Observa-se que após três anos e meio após o rompimento, os valores medianos são bastante próximos aos que eram obtidos antes do rompimento da barragem de Fundão ao longo dos quatro trechos avaliados.

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



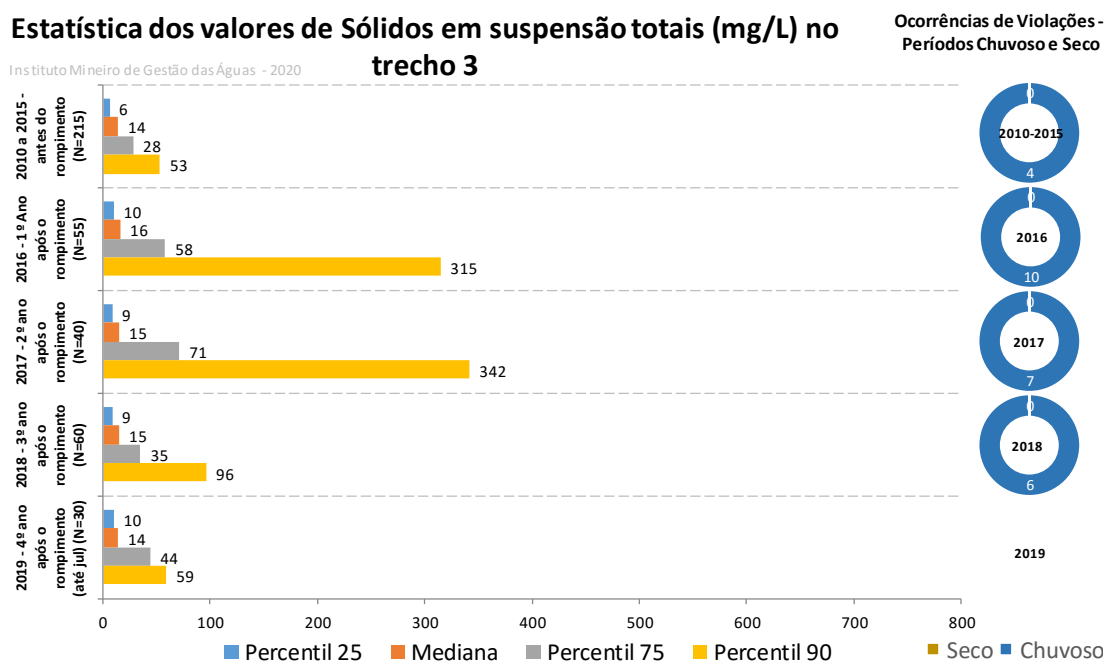
Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

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



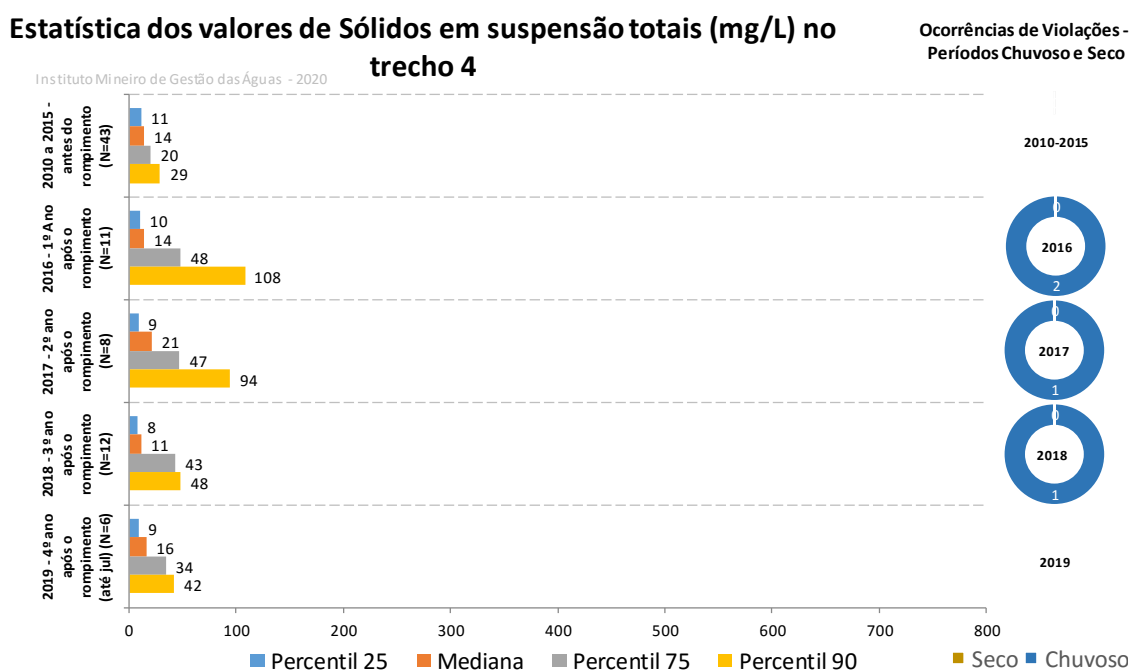
Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

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



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

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



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

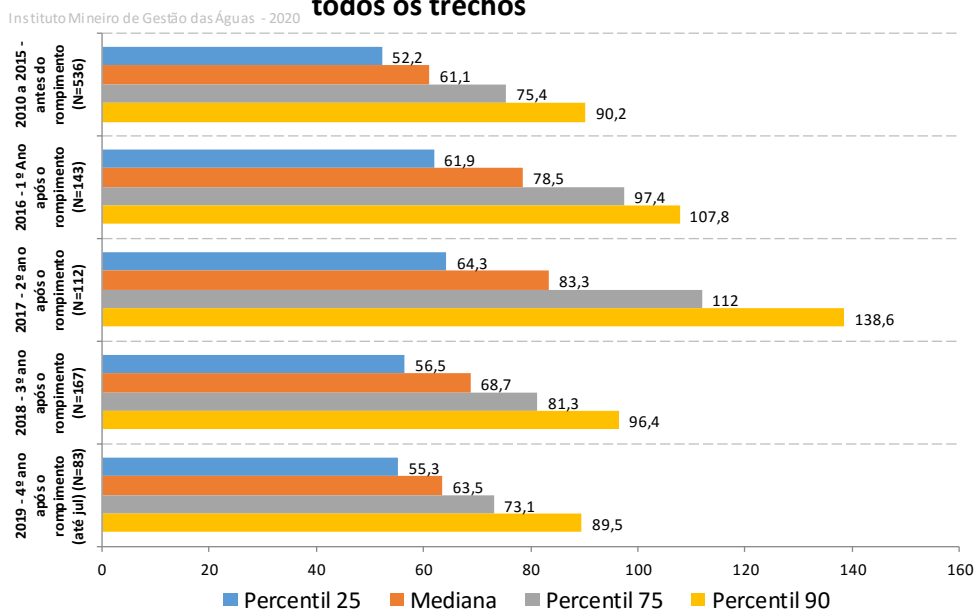
3.1.1.3 Condutividade elétrica *in loco*

No Gráfico 11 é apresentada a análise estatística dos resultados de condutividade elétrica *in loco* no período pré rompimento, nos três primeiros anos após o rompimento da barragem de Fundão e o 1º semestre de 2019, 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 nos 6 primeiros meses de 2019. Esse fato pode ser confirmado ao comparar os valores de mediana: 61,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$  no pré-rompimento, 78,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  no 1º ano após o rompimento, 83,3  $\mu\text{S}/\text{cm}$  em 2017, 68,7  $\mu\text{S}/\text{cm}$  em 2018 e 63,5 no 1º semestre de 2019. 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  $\mu\text{S}/\text{cm}$  indicam ambientes impactados.

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

**Estatística dos valores de Condutividade elétrica *in loco* ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) em todos os trechos**



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

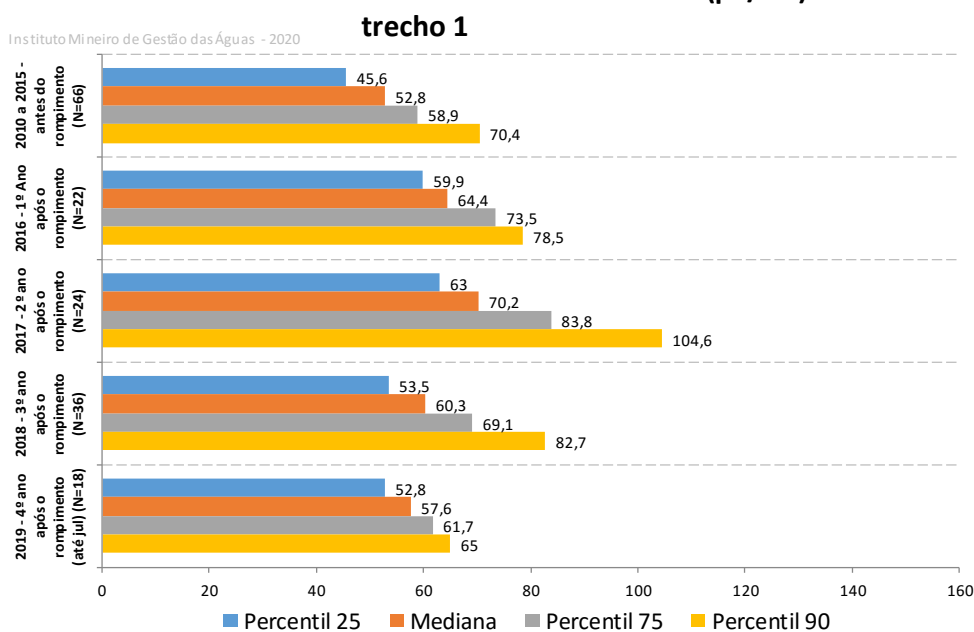
Nos Gráficos 12 a 15 é apresentada a análise estatística dos resultados de condutividade elétrica *in loco* no período pré rompimento, nos três primeiros anos após o rompimento da barragem de Fundão e o 1º semestre de 2019, separados pelos trechos 1, 2, 3 e 4.

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 valores de percentis para todos os trechos no ano de 2017. Entretanto, no ano de 2018 e no primeiro semestre de 2019 já se observa uma redução dos percentis em todos os trechos avaliados, quando todos os percentis se aproximam dos valores obtidos no período pré-rompimento.

Os valores de mediana, por exemplo, no trecho 1, 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 e registra-se uma pequena melhora no 1º semestre de 2019, com o valor de 57,6  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

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

**Estatística dos valores de Condutividade elétrica *in loco* ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) no**

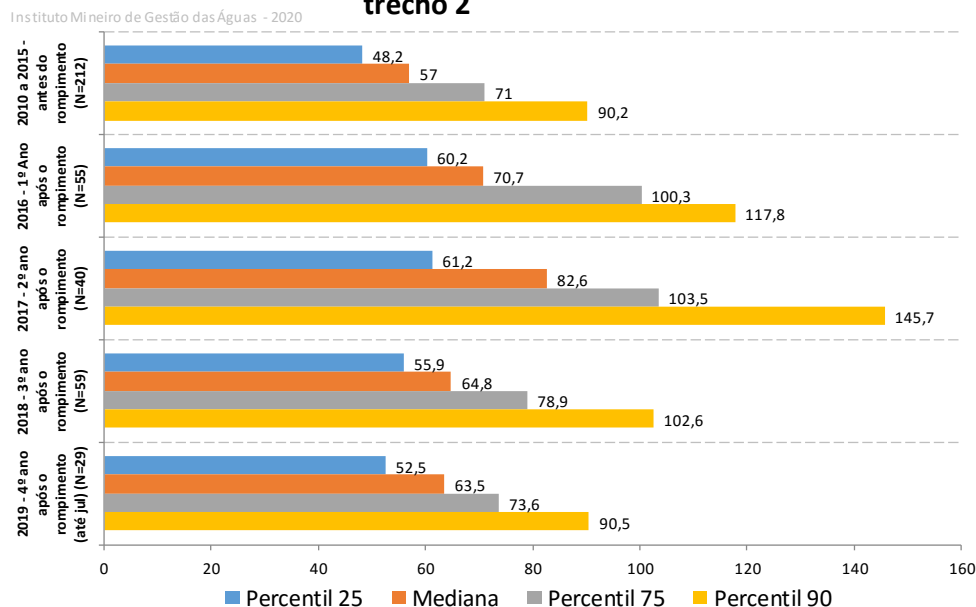


Fonte: Elaborado pelos autores (2019)



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

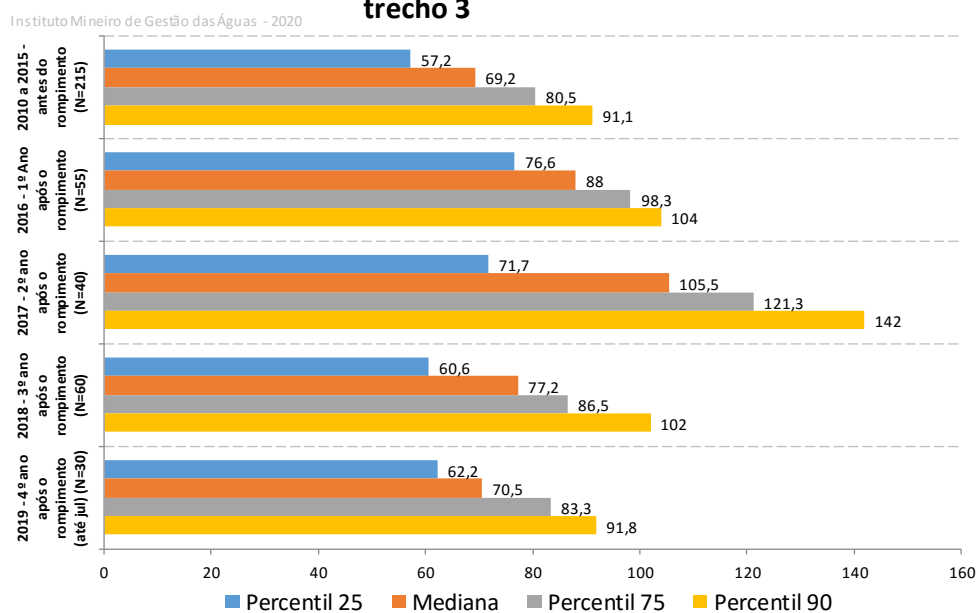
**Estatística dos valores de Condutividade elétrica *in loco* ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) no trecho 2**



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

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

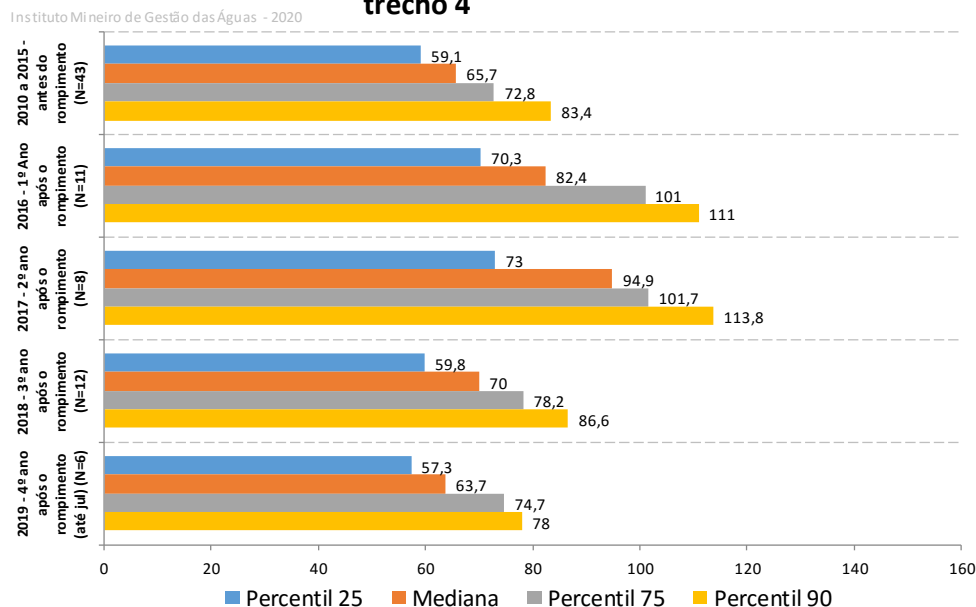
**Estatística dos valores de Condutividade elétrica *in loco* ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) no trecho 3**



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

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

**Estatística dos valores de Condutividade elétrica *in loco* ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) no trecho 4**



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

### 3.1.1.4 Ferro dissolvido

No Gráfico 16 é apresentada a análise estatística dos resultados de ferro dissolvido no período pré-rompimento, nos três primeiros anos após o rompimento da barragem de Fundão e o 1º semestre de 2019, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce.

Na comparação entre os períodos, observa-se que os valores de ferro dissolvido sofreram pouca variação na comparação entre a série histórica e os dois anos após o rompimento (2016 e 2017). Registra-se uma pequena elevação no 1º ano logo após o rompimento, na comparação com o período pré-rompimento, uma vez que a mediana sofreu 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 as variações dos percentis ocorreram todas a partir da segunda casa decimal, não refletindo, portanto, uma elevação dos valores. Já no ano de 2018 observa-se que a mediana sofreu elevação com valor igual a 0,245 mg/L. Sendo registrada

uma pequena elevação na comparação com o 1º semestre de 2019 (com mediana igual a 0,245 mg/L).

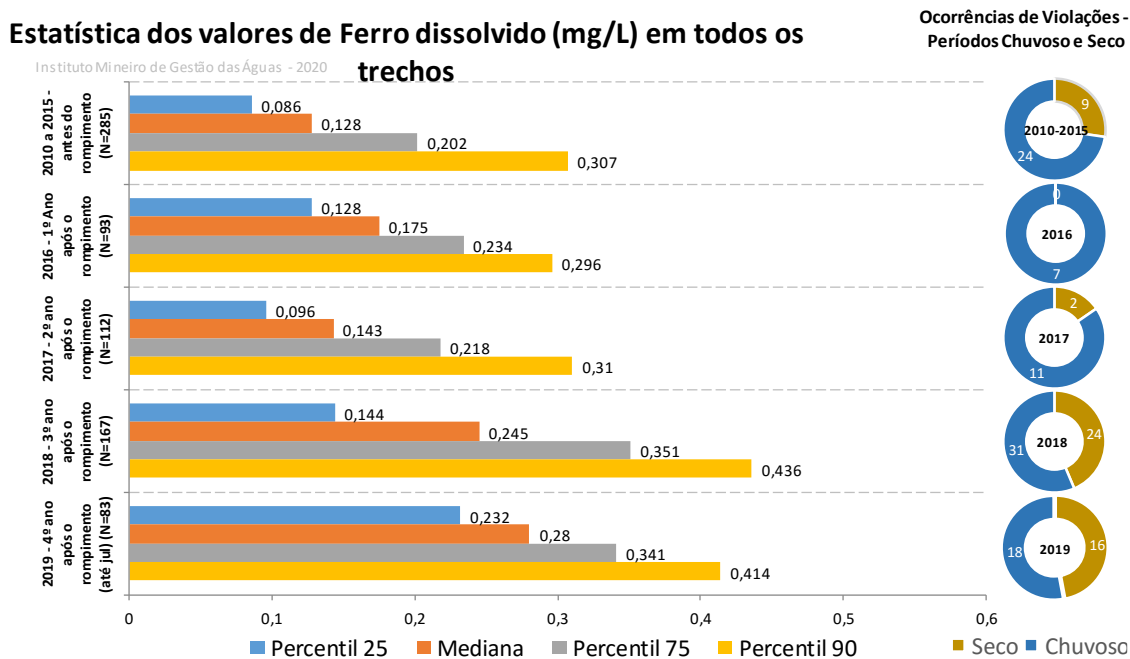
Apesar de o ferro ser um dos principais constituintes do material que rompeu da barragem de Fundão, esse metal no estado ferroso ( $\text{Fe}^{+2}$ ) forma compostos solúveis, principalmente hidróxidos. Em ambientes oxidantes, tais como águas superficiais, o  $\text{Fe}^{+2}$  passa a  $\text{Fe}^{+3}$  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.

A partir do 3º ano do rompimento da barragem observa-se que a forma dissolvida do ferro vem apresentando elevações de suas concentrações. Contudo, no presente relatório a análise de ferro é feita na forma dissolvida, que é a forma que possui limite de classe na Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG 01/08.

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, em 2018 e no primeiro semestre de 2019 os percentis sofreram elevação. Nesse período os percentis 75% estiveram acima de 0,30 mg/L, indicando violação em mais de 25% dos resultados. Observa-se que das 83 análises realizadas no 1º semestre de 2019, 34 apresentaram violação do limite de classe, sendo 18 violações na estação chuvosa e 16 na seca. Portanto, o comportamento sazonal verificado para os parâmetros turbidez e sólidos em suspensão totais, não é observado para o ferro dissolvido, indicando que as ocorrências de ferro dissolvido ocorrem tanto na chuva, quando no período seco.

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



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

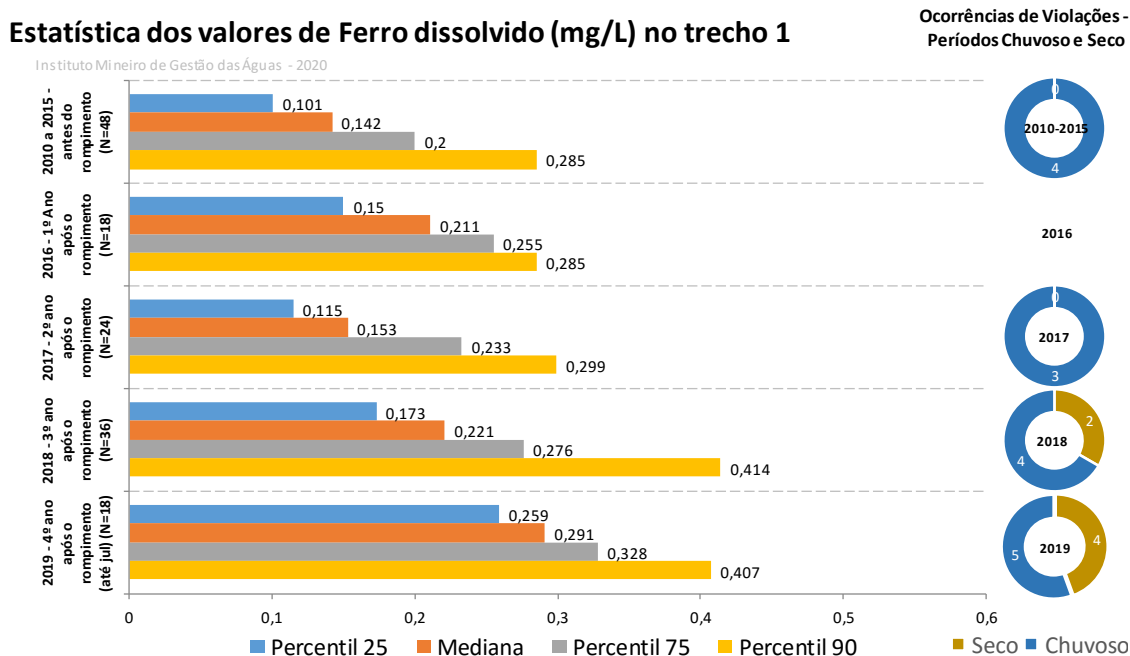
Nos Gráficos 17 a 20 é apresentada a análise estatística dos resultados de ferro dissolvido no período pré-rompimento, nos três primeiros anos após o rompimento da barragem de Fundão e o 1º semestre de 2019, separados pelos trechos 1, 2, 3 e 4.

Na comparação entre os 4 trechos e os períodos avaliados, observa-se que os valores de ferro dissolvido sofreram pouca variação na comparação entre a série histórica e os dois anos após o rompimento (2016 e 2017). As diferenças entre os percentis também se deram a partir da segunda casa decimal, não refletindo, portanto, uma elevação ou redução dos valores.

Em 2018 e no 1º semestre de 2019 praticamente todos os percentis de todos os trechos sofreram elevação. Por exemplo, as medianas dos 4 trechos obtidas no 1º semestre de 2019 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 os trechos 2, 3 e 4 estiveram em desconformidade com o limite de classe em mais de 30% dos resultados. E seguindo essa tendência no primeiro semestre de 2019, todos os trechos, apresentaram desconformidade com o limite de classe superiores a 30% também.

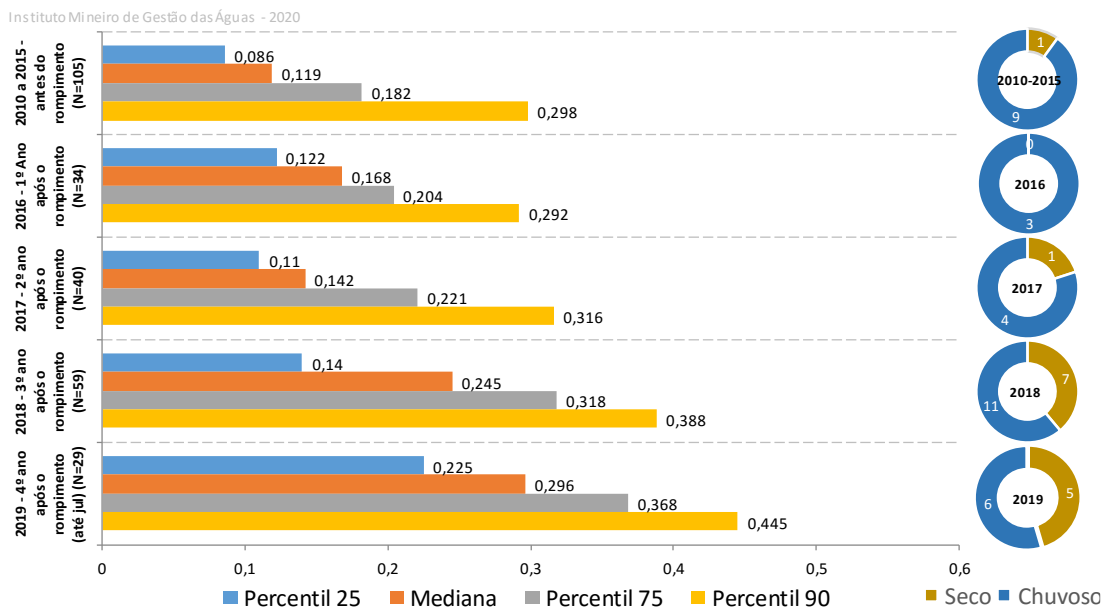
Gráfico 17 – Análise estatística dos resultados de ferro dissolvido no período pré rompimento e nos três anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 1



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

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

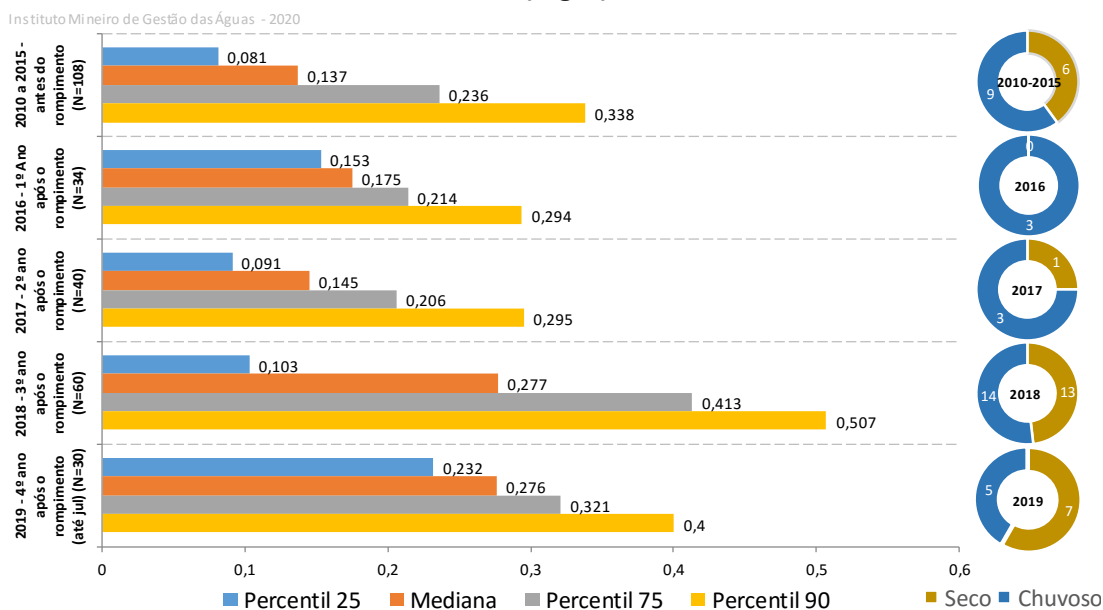
**Estatística dos valores de Ferro dissolvido (mg/L) no trecho 2**



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

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

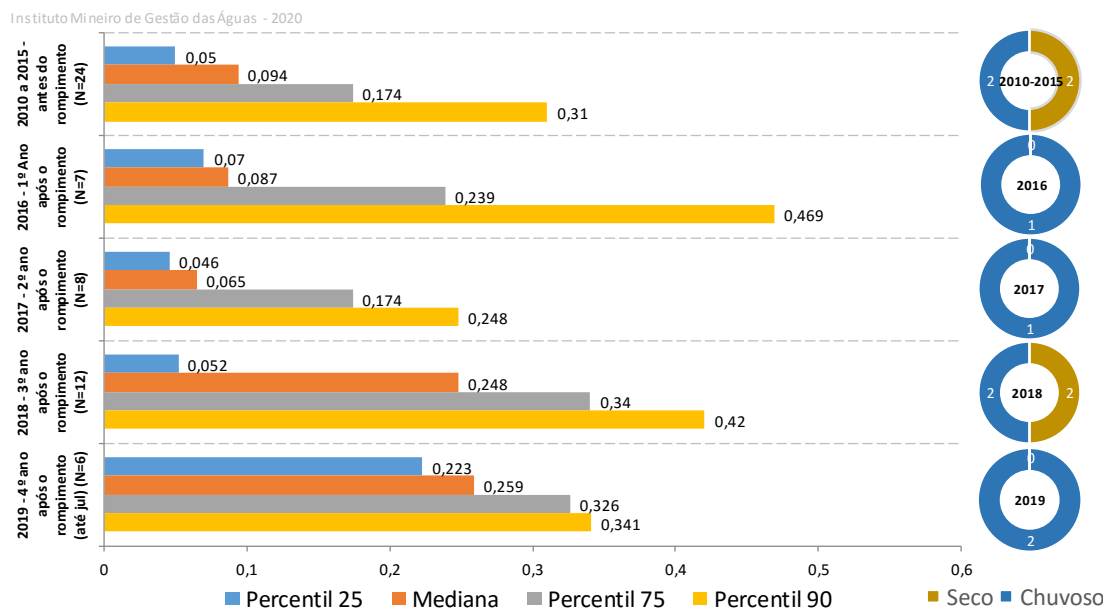
**Estatística dos valores de Ferro dissolvido (mg/L) no trecho 3**



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

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

**Estatística dos valores de Ferro dissolvido (mg/L) no trecho 4**



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

**3.1.1.5 Manganês total**

No Gráfico 21 é apresentada a análise estatística dos resultados de manganês total no período pré-rompimento, nos três primeiros anos após o rompimento da barragem de Fundão e o 1º semestre de 2019, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce.

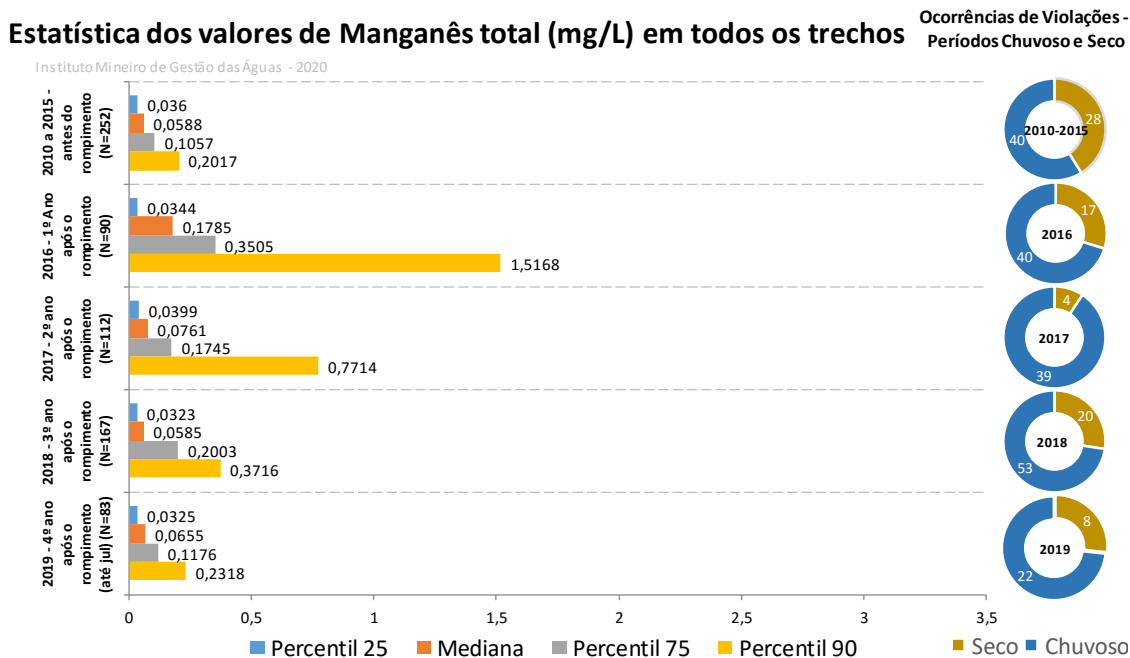
Observou-se um aumento expressivo no 1º ano após o rompimento e uma redução nos anos subsequentes (GRÁFICO 21). Esse fato pode ser confirmado ao comparar os valores de mediana: 0,06 mg/L no pré-rompimento, 0,178 mg/L no 1º ano após o rompimento, 0,076 mg/L em 2017 e 0,058 em 2018. Já em 2019, registra-se uma pequena elevação considerando os 6 primeiros meses, passando a registrar mediana de 0,0655 mg/L.

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) em torno de 75% dos resultados estiveram em conformidade com o limite de classe. Porém, após o rompimento

valores acima de 0,1 mg/L foram registrados em mais de 50% dos dados em 2016 (dos 90 resultados de manganês total obtidos, 57 estiveram acima do limite de classe). No primeiro semestre de 2019 pelo menos 25% dos valores estiverem acima do limite de classe (dos 83 resultados de manganês total obtidos, 30 estiveram acima do limite de classe).

O manganês também é um elemento importante na composição do rejeito que extravasou. Além disso, é possível observar que os maiores registros de violação, em todos os períodos avaliados, ocorreram no período chuvoso, demonstrando o comportamento sazonal deste parâmetro, assim como observado para turbidez e sólidos em suspensão totais. Esclarece-se que no presente estudo o manganês é avaliado na forma total, tal como definido na DN 01/08. E esses resultados confirmam 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 três anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)



Nos Gráficos de 22 a 25 é apresentada a análise estatística dos resultados de manganês total no período pré-rompimento, nos três primeiros anos após o rompimento da barragem de Fundão e o 1º semestre de 2019, separados pelos trechos 1, 2, 3 e 4.

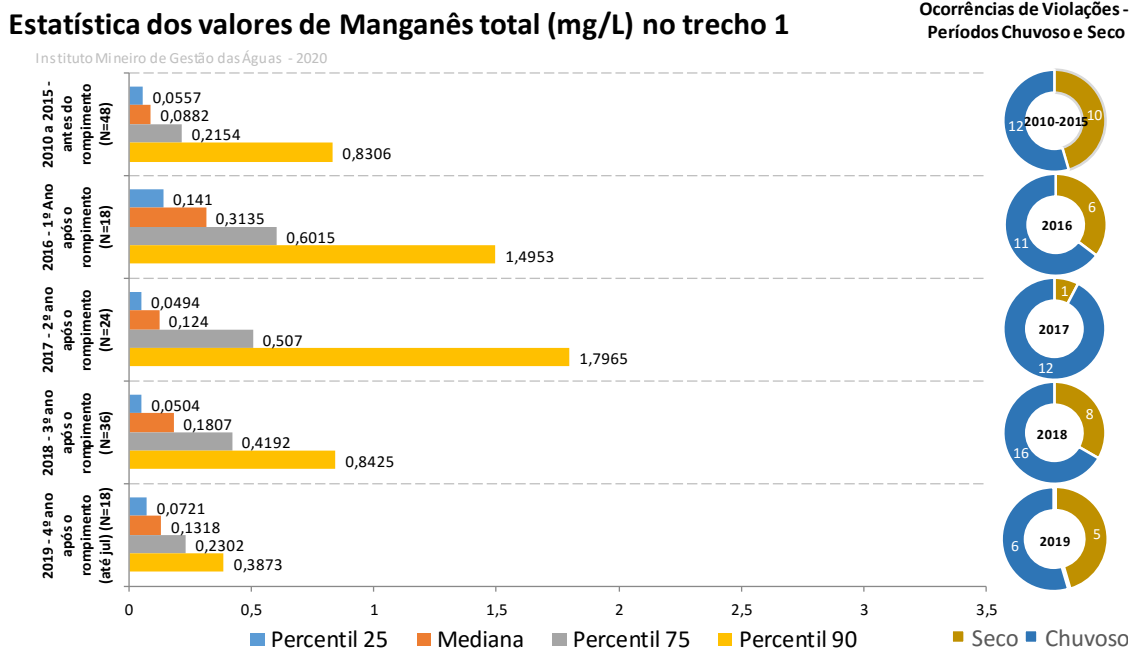
Assim como observado para os resultados de turbidez e sólidos em suspensão totais, também para o manganês total, o trecho 1 foi o que apresentou maior elevação dos percentis na comparação entre os períodos pré-rompimento e 1º ano após o rompimento.

Para todos os trechos observou-se uma elevação dos valores de manganês logo após o rompimento da barragem (ano de 2016), no ano seguinte observou-se uma redução (ano de 2017). E nos anos de 2018 e 2019 os valores apresentaram uma certa estabilidade, com variação dos valores das medianas na segunda casa decimal para os trechos 1 e 2, e variação na terceira casa decimal para os trechos 3 e 4.

No que se refere à violação do limite de classe 2 (0,1 mg/L) observa-se que três anos e meio após o rompimento da barragem (ano de 2019) 61% dos resultados do primeiro trecho estiveram em desconformidade. No segundo trecho esse percentual de violação em 2019 foi de 48%, e 17% nos terceiro e quarto trechos, sendo que a grande maioria das violações ocorreram no período chuvoso, especialmente nos trechos 2, 3 e 4.

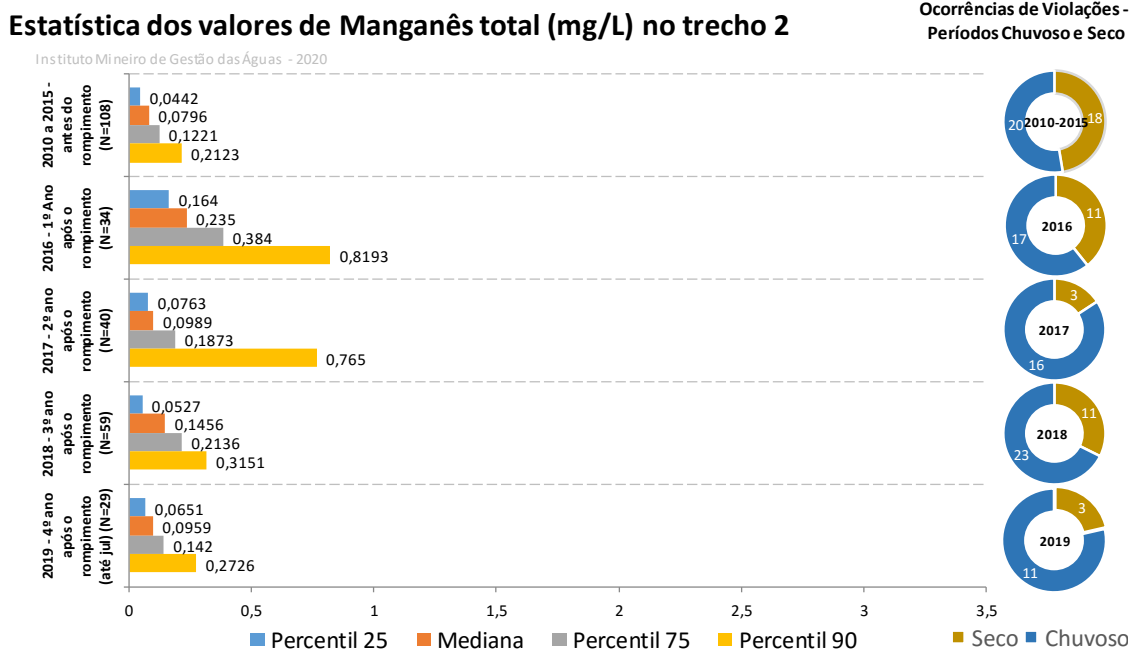
Esses resultados indicam que, especialmente nos trechos 1 e 2 (que antes do rompimento apresentavam em torno de 30% de violações do limite de classe para o manganês total), os percentuais de violação do limite de classe se apresentam superiores aos que eram obtidos antes do rompimento da barragem de Fundão para o manganês total.

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



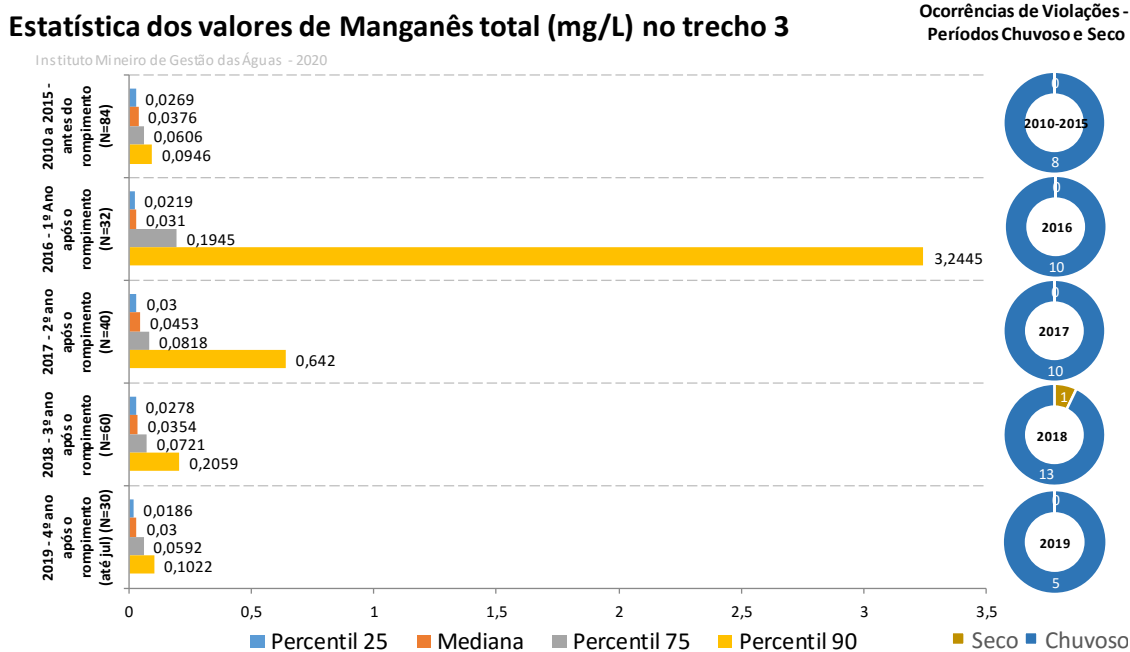
Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

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



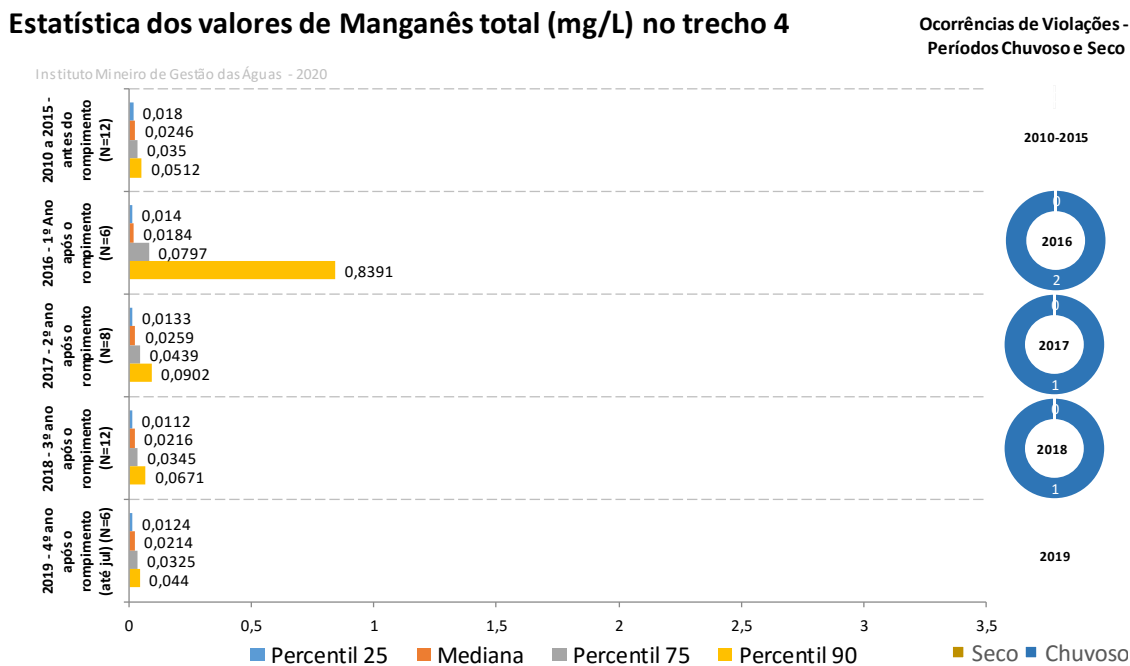
Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

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



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

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



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

*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, 2017, 2018 e 1º semestre de 2019.

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 e 1º semestre de 2019.

Na comparação entre os períodos avaliados observa-se que antes do rompimento da barragem de Fundão os valores de alumínio já se apresentavam em desconformidade com o limite de classe 2 (0,1 mg/L Al) em todos os pontos avaliados. Contudo, observa-se ainda que quatro anos após o rompimento da barragem os valores máximos obtidos em 2019 estão acima do limite de classe e/ou acima do máximo da série histórica do período pré-rompimento em quase todas as estações, exceto no rio do Carmo (RD071) e no rio Doce em Rio Casca (RD019) e em Marliéria (RD023), conforme observado (TABELA 1 e GRÁFICO 26).

Ao avaliar os valores de mediana dos seis primeiros meses de 2019 observa-se que os valores são inferiores aos da série histórica em praticamente todas as estações, sendo ligeiramente superiores nas estações em Governador Valadares (RD045) e Aimorés (RD067). Vale relembrar que a estação RD011 teve seu monitoramento iniciado somente após o rompimento da barragem, não tendo, portanto, dados pré-rompimento.

---

<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.

## Instituto Mineiro de Gestão das Águas

Em relação aos valores máximos, obtidos no 1º semestre de 2019, observa-se que estão acima do limite de classe e acima do máximo da série histórica do período pré-rompimento ao longo do rio Doce: em Rio Doce (RD072), e no trecho entre Ipatinga (RD035) e Aimorés (RD067).

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

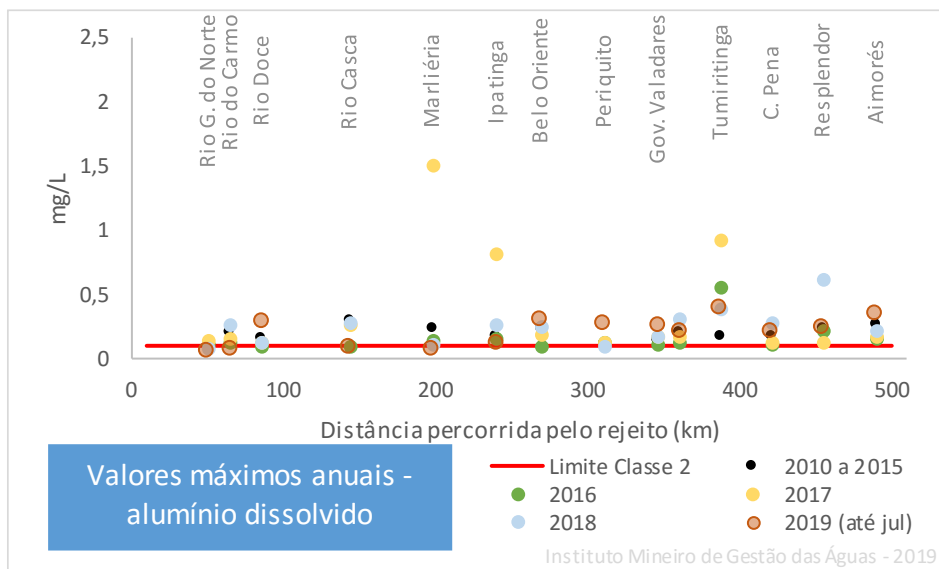
Estação	Curso de Água	Município	Resultados de Alumínio dissolvido (mg/L)									
			Antes do Rompimento		1º Ano Após o Rompimento - 2016		2º Ano Após o Rompimento - 2017		3º Ano Após o Rompimento - 2018		4º Ano Após o Rompimento - 2019 (até julho)	
			Mediana	Máximo SH (2010 - 2015)	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo
RD011	Rio Gualaxo do Norte	Barra Longa			0,1	0,115	0,068	0,154	0,042	0,087	0,051	0,063
RD071	Rio do Carmo	Barra Longa	0,1	0,209	0,1	0,133	0,071	0,161	0,053	0,267	0,056	0,088
RD072	Rio do	Barra Longa	0,1	0,171	0,1	0,11	0,073	0,128	0,069	0,139	0,061	0,29
RD019	Rio Doce	Rio Casca	0,1	0,304	0,1	0,1	0,1	0,271	0,064	0,289	0,057	0,09
RD023		Marliéria	0,1	0,243	0,1	0,154	0,075	1,516	0,051	0,114	0,065	0,081
RD035		Ipatinga	0,1	0,183	0,1	0,158	0,071	0,82	0,075	0,276	0,084	0,127
RD033		Belo Oriente	0,1	0,24	0,1	0,1	0,072	0,191	0,082	0,259	0,084	0,314
RD083		Periquito	0,1	0,127	0,1	0,14	0,079	0,133	0,082	0,106	0,093	0,278
RD044		Gov. Valadares	0,1	0,157	0,1	0,112	0,097	0,174	0,099	0,174	0,094	0,257
RD045		Gov. Valadares	0,1	0,219	0,1	0,139	0,083	0,177	0,09	0,315	0,115	0,221
RD053		Tumiritinga	0,1	0,181	0,1	0,557	0,107	0,929	0,11	0,402	0,096	0,395
RD058		Cons. Pena	0,1	0,181	0,1	0,125	0,098	0,134	0,092	0,288	0,085	0,211
RD059		Replendor	0,1	0,24	0,1	0,224	0,076	0,142	0,095	0,63	0,093	0,256
RD067	Aimorés	0,1	0,271	0,1	0,166	0,062	0,177	0,108	0,234	0,106	0,361	

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

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 três anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

### 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 e 1º semestre de 2019.

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 da barragem de Fundão registrou-se somente uma violação de arsênio no rio Doce no município de Rio Doce (RD072), em dezembro de 2017.

No ano de 2019 (1º semestre), todos os resultados estiveram abaixo do limite legal e abaixo do máximo da série histórica.

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

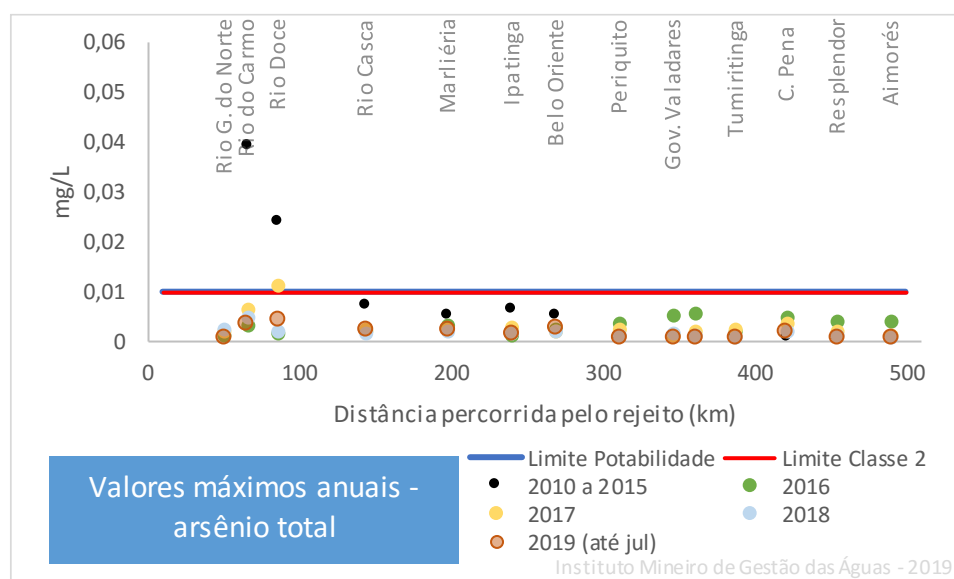
Estação	Curso de Água	Município	Resultados de Arsênio total (mg/L)									
			Antes do Rompimento		1º Ano Após o Rompimento - 2016		2º Ano Após o Rompimento - 2017		3º Ano Após o Rompimento - 2018		4º Ano Após o Rompimento - 2019 (até julho)	
			Mediana	Máximo SH (2010-2015)	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo
RD011	Rio Gualaxo do Norte	Barra Longa			0,001	0,0014	0,001	0,0021	0,001	0,0025	0,001	0,001
RD071	Rio do Carmo	Barra Longa	0,0029	0,0393	0,0031	0,0034	0,0027	0,0064	0,003	0,005	0,0028	0,0038
RD072	Rio Doce	Rio Doce	0,0011	0,0243	0,001	0,0019	0,0013	0,0113	0,0015	0,0021	0,0012	0,0045
RD019		Rio Casca	0,0006	0,0072	0,0015	0,0023	0,001	0,0026	0,0013	0,0019	0,0012	0,0022
RD023		Marliéria	0,0006	0,0053	0,0015	0,0033	0,001	0,0026	0,0011	0,0022	0,001	0,0023
RD035		Ipatinga	0,0003	0,0066	0,0011	0,0015	0,001	0,003	0,001	0,0017	0,0011	0,0016
RD033		Belo Oriente	0,0006	0,0055	0,0015	0,0025	0,0011	0,0022	0,0011	0,0021	0,0013	0,0029
RD083		Periquito	0,0003	0,001	0,001	0,0037	0,001	0,0026	0,001	0,0016	0,001	0,001
RD044		Gov. Valadares	0,0003	0,001	0,001	0,0055	0,001	0,0015	0,001	0,0016	0,001	0,001
RD045		Gov. Valadares	0,0003	0,001	0,001	0,0057	0,001	0,0021	0,001	0,0016	0,001	0,001
RD053		Tumiritinga	0,0003	0,001	0,001	0,0022	0,001	0,0027	0,001	0,001	0,001	0,001
RD058		Cons. Pena	0,0003	0,001	0,001	0,0052	0,001	0,0037	0,001	0,0021	0,001	0,0022
RD059		Replendor	0,0003	0,001	0,001	0,0042	0,001	0,0023	0,001	0,0015	0,001	0,001
RD067		Aimorés	0,0003	0,001	0,001	0,0041	0,001	0,0014	0,001	0,001	0,001	0,001

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

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 três anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

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 e 1º semestre de 2019.

Ao avaliar os resultados de cobre dos quatro últimos anos de monitoramento (2016, 2017, 2018 e 1º semestre de 2019) 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 e agosto de 2017, 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 três 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 (até julho)	
			Mediana	Máximo SH (2010-2015)	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
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
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
RD019		Rio Casca	0,004	0,0054	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
RD035		Ipatinga	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
RD083		Periquito	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	0,0097	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
RD053		Tumiritinga	0,004	0,004	0,004	0,0157	0,004	0,0084	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
RD059		Replendor	0,004	0,011	0,004	0,0049	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
RD067	Aimorés	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,0375	0,004	0,005	0,004	0,0099	

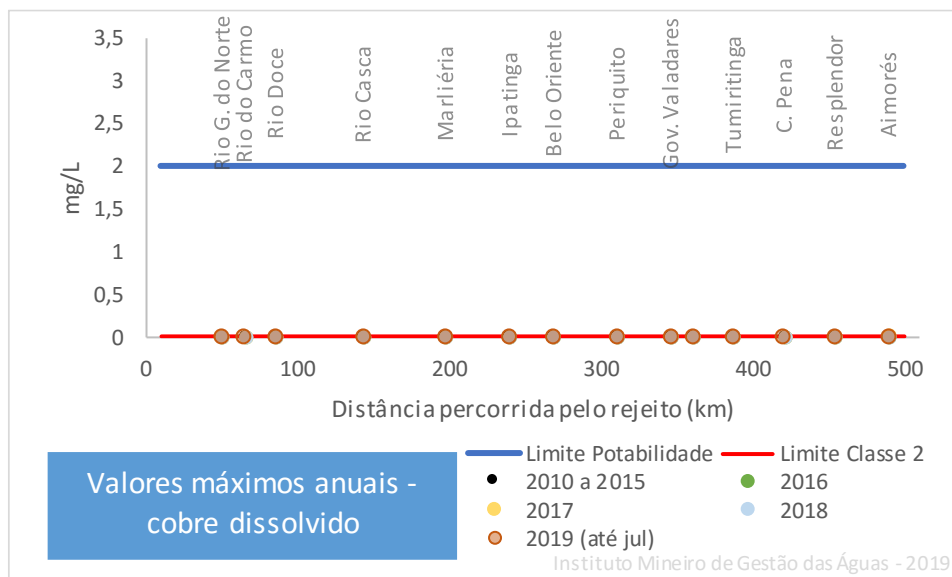
Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

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 três anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

### 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 e 1º semestre de 2019.

Conforme observado no Gráfico 29, no primeiro ano após o rompimento, 2016, observou-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, registrando o valor pouco acima do limite legal, 0,027 mg/L, no trecho 2. No ano de 2018 e no 1º semestre de 2019 não foram observadas violações ao limite de classe.

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

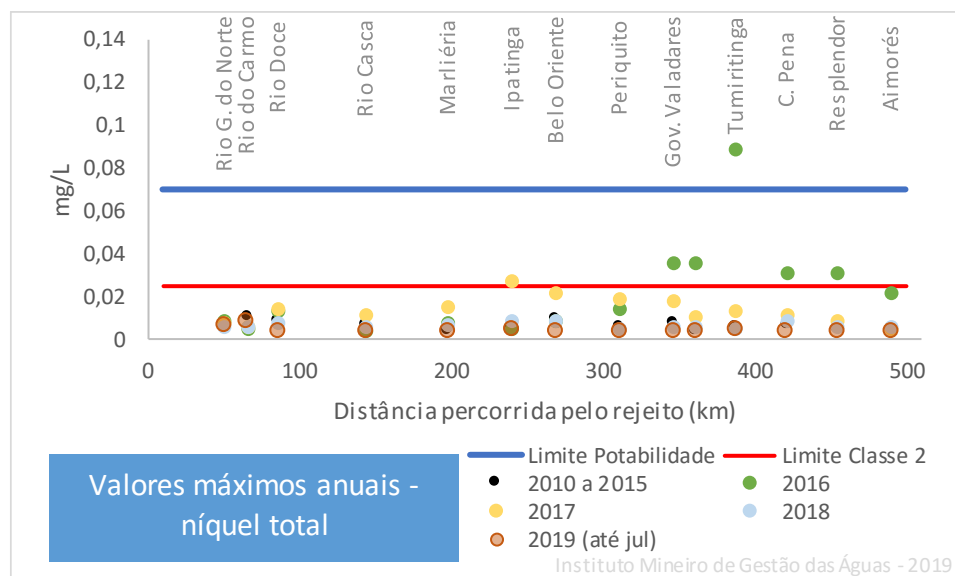
Estação	Curso de Água	Município	Resultados de Níquel total (mg/L)									
			Antes do Rompimento		1º Ano Após o Rompimento - 2016		2º Ano Após o Rompimento - 2017		3º Ano Após o Rompimento - 2018		4º Ano Após o Rompimento - 2019 (até julho)	
			Mediana	Máximo SH (2010-2015)	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo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

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

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 três anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

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 e 1º semestre de 2019.

Ao avaliar os dados de cromo total observa-se um comportamento bastante semelhante ao do níquel. Conforme observado no Gráfico 30, no primeiro ano após o rompimento, 2016, observou-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 foi registrada somente duas violações que ocorreram em dezembro de 2017 nos municípios de Ipatinga (RD035) e Governador Valadares (RD044), registrando valores pouco acima do limite legal, 0,051 e 0,054 mg/L, respectivamente. Em 2018 e 1º semestre de 2019 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 três anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce

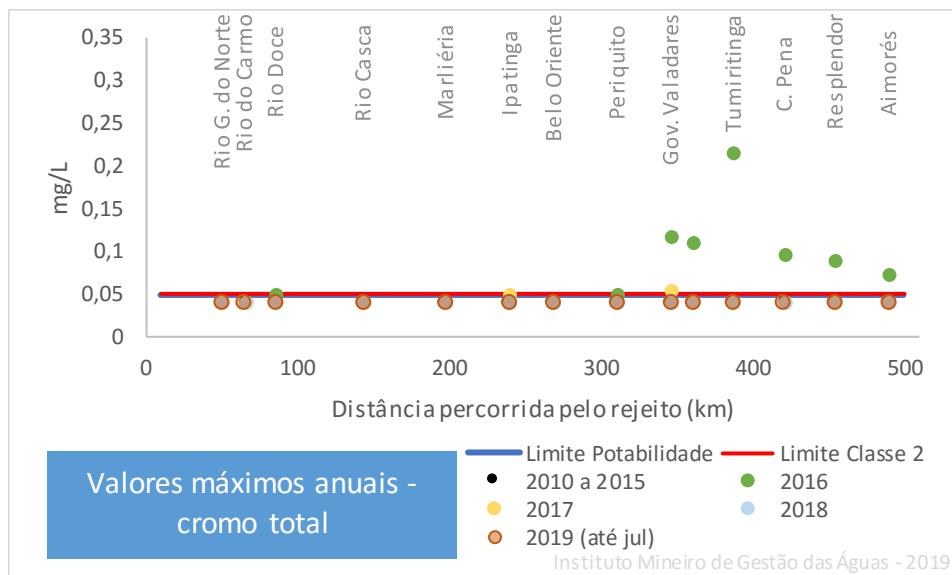
Estação	Curso de Água	Município	Resultados de Cromo total (mg/L)									
			Antes do Rompimento		1º Ano Após o Rompimento - 2016		2º Ano Após o Rompimento - 2017		3º Ano Após o Rompimento - 2018		4º Ano Após o Rompimento - 2019 (até julho)	
			Mediana	Máximo SH (2010-2015)	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	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
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
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
RD019		Rio Casca	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
RD035		Ipatinga	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,051	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
RD083		Periquito	0,04	0,04	0,04	0,051	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
RD045		Gov. Valadares	0,04	0,04	0,04	0,112	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
RD058		Cons. Pena	0,04	0,04	0,04	0,097	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
RD059		Replendor	0,04	0,04	0,04	0,091	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

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

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 três anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

### 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 e 1º semestre de 2019.

Observa-se que todos os resultados de cádmio antes e após o rompimento da barragem de Fundão estiveram abaixo do limite de quantificação do método de ensaio, a exceção do ano de 2018 em quase todas as estações e no ano de 2019 (1º semestre) na estação RD058, em Conselheiro Pena. Vale lembrar que o limite de quantificação é a menor quantidade ou concentração do parâmetro, que pode ser determinada pelo método de análise empregado.

Nas análises realizadas verifica-se que o ano de 2018 se destacou em relação às violações. Os valores de cádmio acima do limite legal e acima do limite de quantificação foram obtidos 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. Já no primeiro semestre de 2019 foi registrada violação de cádmio no mês de janeiro no município de Conselheiro Pena (RD058). Observa-se no Gráfico 31 que apesar das violações do limite de classe 2 observadas, em 2018 e 2019, os valores ainda permanecem abaixo do limite de potabilidade de acordo com a Portaria de Consolidação nº05 de 2017 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2017).

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

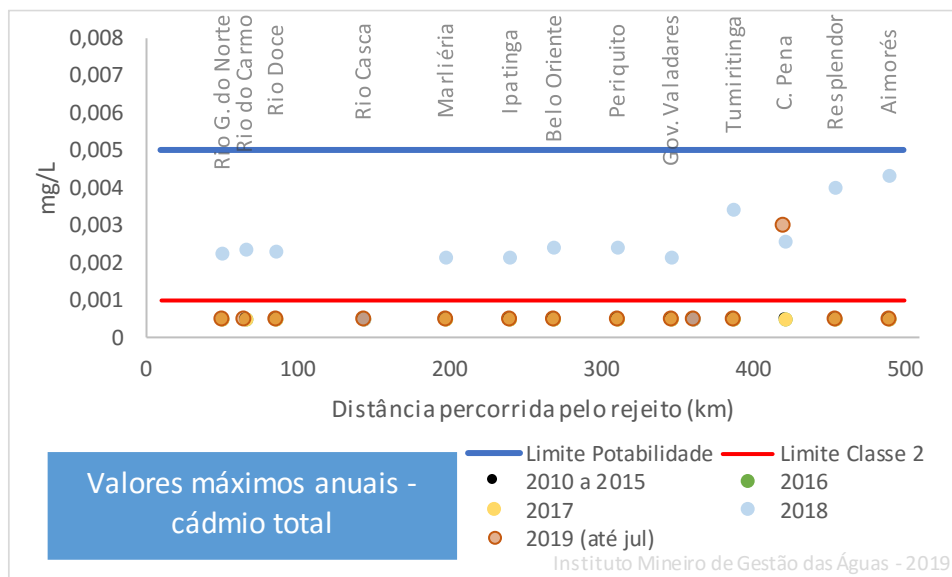
Estação	Curso de Água	Município	Resultados de Cádmio total (mg/L)										
			Antes do Rompimento		1º Ano Após o Rompimento - 2016		2º Ano Após o Rompimento - 2017		3º Ano Após o Rompimento - 2018		4º Ano Após o Rompimento - 2019 (até julho)		
			Mediana	Máximo SH (2010-2015)	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	
RD011	Rio Gualaxo do Norte	Barra Longa			0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0023	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	
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	
RD019		Rio Casca	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
RD035		Ipatinga	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,00219	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
RD083		Periquito	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,00243	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
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
RD053		Tumiritinga	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,00347	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
RD059	Replendor	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,00406	0,0005	0,0005	
RD067	Aimorés	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,00435	0,0005	0,0005	

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

**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 três anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

### 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, 2017, 2018 e 1º semestre de 2019.

Ao comparar os resultados do máximo da série histórica e máximos dos últimos quatro anos observa-se que nos pontos da calha do rio Doce os valores de chumbo permanecem acima do máximo da série histórica e acima do limite de classe 2 (0,01 mg/L Pb) ao longo dos quatro anos avaliados. 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 1º semestre de 2019, em todas as estações de monitoramento (GRÁFICO 32).

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

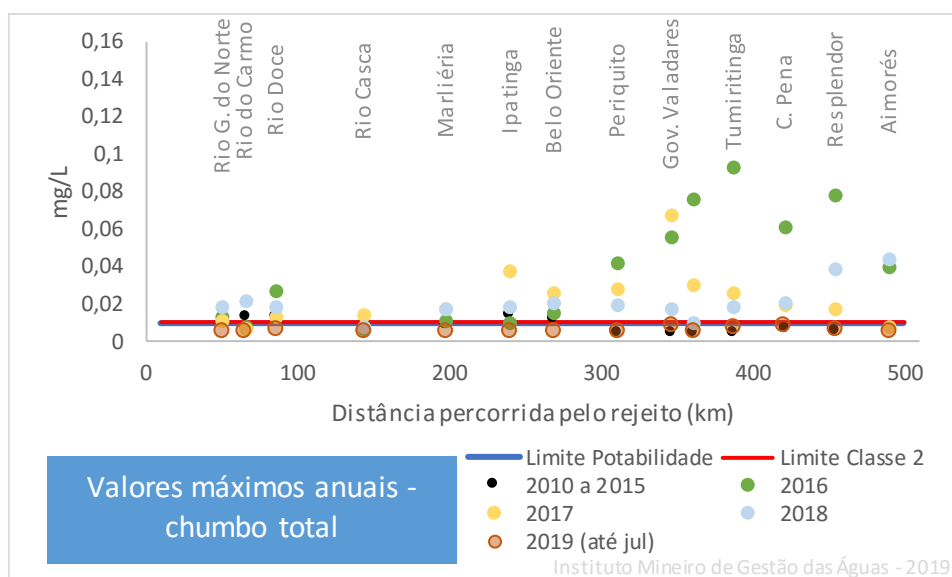
Estação	Curso de Água	Município	Resultados de Chumbo total (mg/L)									
			Antes do Rompimento		1º Ano Após o Rompimento - 2016		2º Ano Após o Rompimento - 2017		3º Ano Após o Rompimento - 2018		4º Ano Após o Rompimento - 2019 (até julho)	
			Mediana	Máximo SH (2010-2015)	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	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
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
RD072	Rio Doce	Rio Doce	0,005	0,0138	0,005	0,0271	0,005	0,0134	0,005	0,0188	0,005	0,0063
RD019		Rio Casca	0,005	0,0072	0,005	0,0074	0,005	0,0141	0,005	0,0081	0,005	0,005
RD023		Marliéria	0,005	0,0095	0,005	0,0117	0,005	0,0176	0,005	0,0181	0,005	0,005
RD035		Ipatinga	0,005	0,0148	0,005	0,01	0,005	0,0375	0,005	0,0187	0,005	0,005
RD033		Belo Oriente	0,005	0,0125	0,005	0,0157	0,005	0,0266	0,005	0,0204	0,005	0,005
RD083		Periquito	0,005	0,005	0,005	0,042	0,005	0,0282	0,005	0,0197	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
RD045		Gov. Valadares	0,005	0,005	0,005	0,076	0,005	0,0306	0,005	0,0106	0,005	0,005
RD053		Tumiritinga	0,005	0,005	0,005	0,094	0,005	0,0258	0,005	0,0184	0,005	0,0078
RD058		Cons. Pena	0,005	0,0068	0,005	0,061	0,005	0,0195	0,005	0,0206	0,005	0,0089
RD059		Resplendor	0,005	0,0063	0,005	0,079	0,005	0,0181	0,005	0,0387	0,005	0,0063
RD067		Aimorés	0,005	0,0069	0,005	0,04	0,005	0,0081	0,005	0,0444	0,005	0,005

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

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 três anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

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 e 1º semestre de 2019.

No primeiro ano após o rompimento, 2016, observou-se valores máximos acima do limite legal (0,18 mg/L Zn) e acima do máximo da série histórica na estação no rio do Carmo (RD071), e nas estações no rio Doce localizadas no município de Rio Doce (RD072), Ipatinga (RD035) e nas estações compreendidas no trecho entre Governador Valadares (RD044) e Aimorés (RD067).

Observa-se que três anos e meio após o rompimento da barragem os valores máximos obtidos em 2019 (1º semestre) estão abaixo do limite de classe, exceto na estação RD067 em Aimorés (GRÁFICO 33). Os resultados do 1º semestre de 2019 encontram-se acima do máximo da série histórica do período pré-rompimento no rio Doce em: Rio Casca (RD019), Ipatinga (RD035), Governador Valadares (RD044), Tumiritinga (RD053) e Aimorés (RD067).

Tabela 8 – Análise estatística dos resultados de zinco total no período pré rompimento e nos três 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 (até julho)	
			Mediana	Máximo SH (2010-2015)	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
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
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
RD019		Rio Casca	0,0213	0,0493	0,02	0,0274	0,02	0,024	0,02	0,206	0,02	0,0701
RD023		Marliéria	0,023	0,0631	0,0224	0,0416	0,02	0,0445	0,02	0,0301	0,02	0,02
RD035		Ipatinga	0,0269	0,071	0,034	0,0916	0,0258	0,064	0,02	0,2777	0,02	0,0755
RD033		Belo Oriente	0,0237	0,0679	0,0286	0,0471	0,0352	0,1341	0,02	0,0479	0,02	0,0245
RD083		Periquito	0,02	0,0307	0,02	0,0557	0,02	0,0488	0,02	0,0859	0,02	0,02
RD044		Gov. Valadares	0,0218	0,0823	0,02	0,1282	0,02	0,0565	0,02	0,1499	0,02	0,0901
RD045		Gov. Valadares	0,02	0,076	0,02	0,1738	0,02	0,0423	0,02	0,0411	0,02	0,0427
RD053		Tumiritinga	0,0215	0,1834	0,02	0,2956	0,02	0,1327	0,02	0,0227	0,02	0,0712
RD058		Cons. Pena	0,0247	0,175	0,02	0,1243	0,02	0,0659	0,02	0,221	0,02	0,02
RD059		Replendor	0,0316	0,0987	0,02	0,1378	0,02	0,0334	0,02	0,0647	0,02	0,02
RD067		Aimorés	0,0254	0,0861	0,02	0,0857	0,02	0,0396	0,02	0,1196	0,02	0,2084

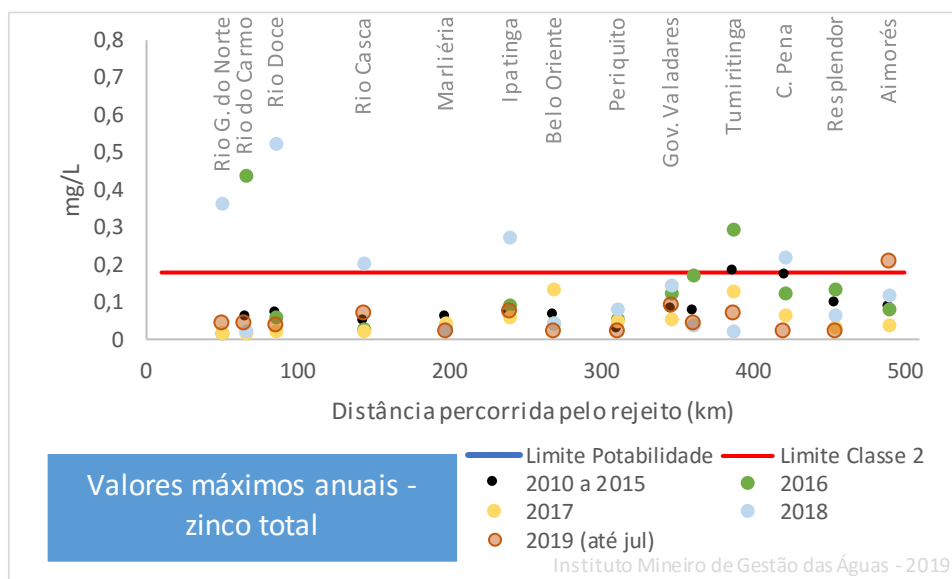
Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

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 três anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

### 3.1.2 Metais e Arsênio em Sedimentos

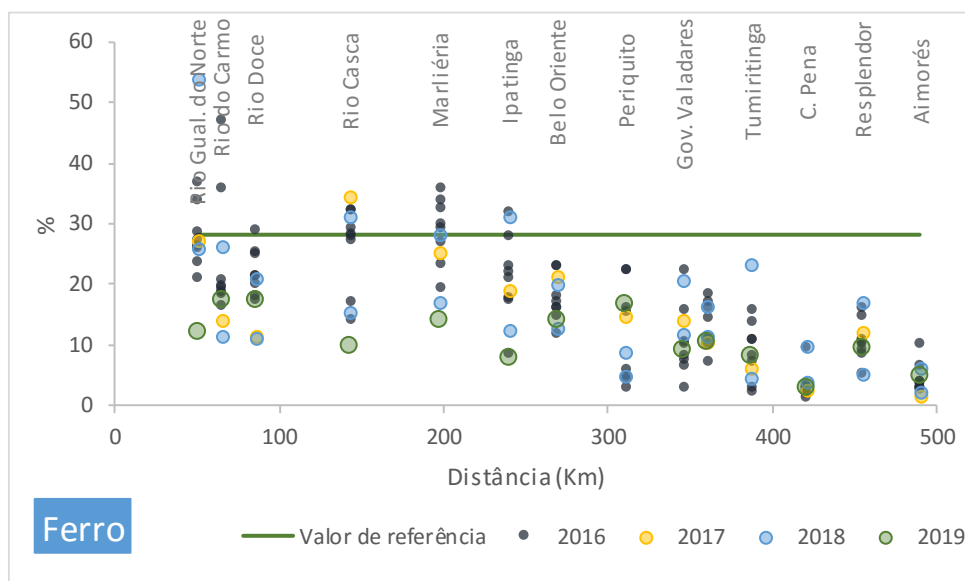
Os resultados de sedimentos apresentados são do período de janeiro de 2016 a junho de 2019. Nos Gráficos 34, 35 e 36 são apresentados os resultados de ferro, alumínio e manganês obtidos nos anos de 2016 a 2019 (1º semestre). Ressalta-se que o monitoramento de sedimentos no período de janeiro a outubro de 2016 foi realizado mensalmente, e a partir daí passou a ser semestral. Portanto, nos gráficos abaixo se verifica uma quantidade maior de dados para o ano de 2016, 1 dado de 2017 e 2 dados de 2018 e 1 dado de 2019, para cada ponto avaliado. 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 e 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 33 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 valores 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.

Na coleta realizada em 2019 (mês de março), observa-se que os valores de ferro se apresentaram mais elevados no rio do Carmo no município Barra Longa (RD071) e no rio Doce no município de Rio Doce (RD072), registrando valores iguais a 17,17 e 17,19%, respectivamente. Os menores valores foram registrados nos municípios de Conselheiro Pena (RD058) e Aimorés (RD067) com resultados iguais a 2,47 e 4,74%, respectivamente. 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

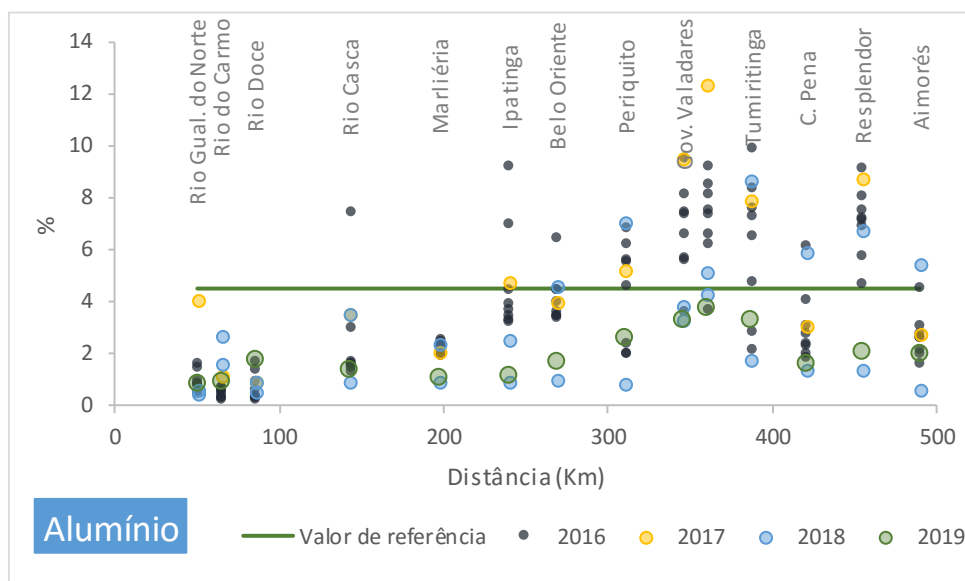


Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Na análise dos dados de alumínio (Gráfico 35) observa-se um comportamento oposto ao observado para os dados de ferro, uma vez que se registraram valores de alumínio mais elevados no trecho de jusante, entre os municípios de Periquito (RD083) e Resplendor (RD059). Nesse segundo trecho os valores de alumínio estiveram entre 0,77 e 12,33%, enquanto que no trecho localizado mais a montante, entre o rio Gualaxo do Norte (RD011) e o rio Doce em Marliéria (RD023), os valores de alumínio estiveram entre 0,20 e 7,41%.

O valor de referência de alumínio, segundo o estudo de Costa (2015), 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 5 resultados estiveram acima do valor da referência citada, para alumínio. 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.

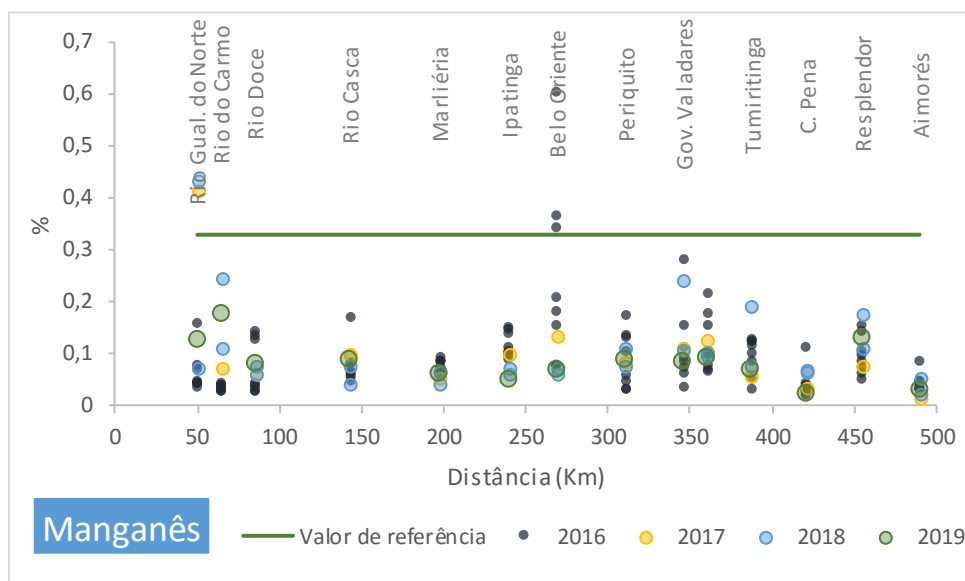
Gráfico 35 – Resultados de alumínio nos sedimentos das estações do monitoramento especial do rio Doce



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 3 deles na estação localizada em Belo Oriente (RD033) (meses de abril, julho e agosto de 2016) e 2 no rio Gualaxo do Norte (RD011) em setembro de 2017 e de 2018.

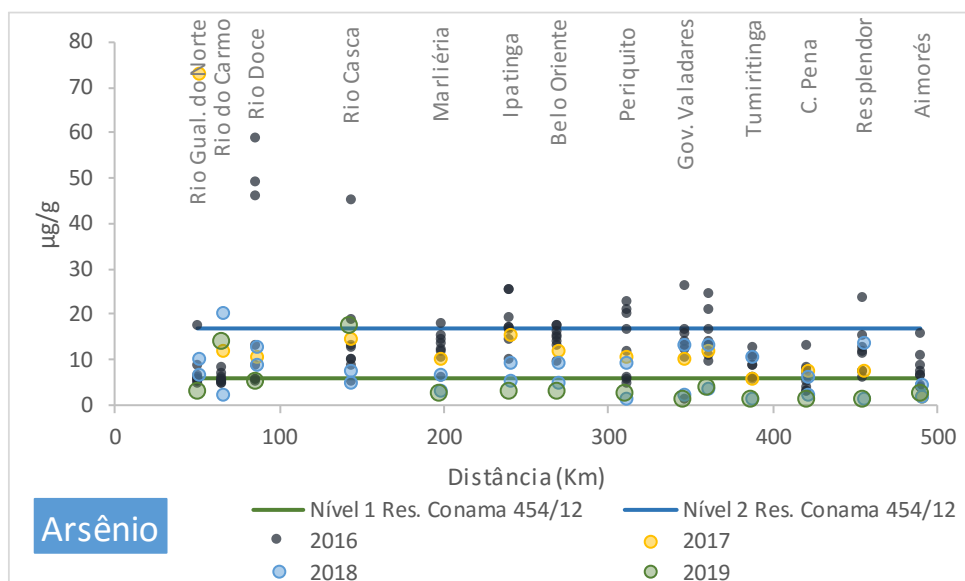
Gráfico 36 – Resultados de manganês nos sedimentos das estações do monitoramento especial do rio Doce



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

No Gráfico 37 são apresentados os resultados de arsênio nos sedimentos dos anos de 2016 a 2019 (1º semestre). No que se refere aos resultados obtidos nos três últimos anos de 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) foram obtidos no rio Gualaxo do Norte (set/17), no rio do Carmo (mar/18) e no rio Casca (mar/2019). Na coleta do 1º semestre de 2019, valores acima do Nível 1 (valor abaixo do qual há menor probabilidade de efeitos adversos à biota) foram obtidos somente no rio do Carmo em Barra Longa (RD071). A presença de arsênio nos sedimentos pode estar relacionada ao desenvolvimento, durante séculos, do garimpo de ouro na região.

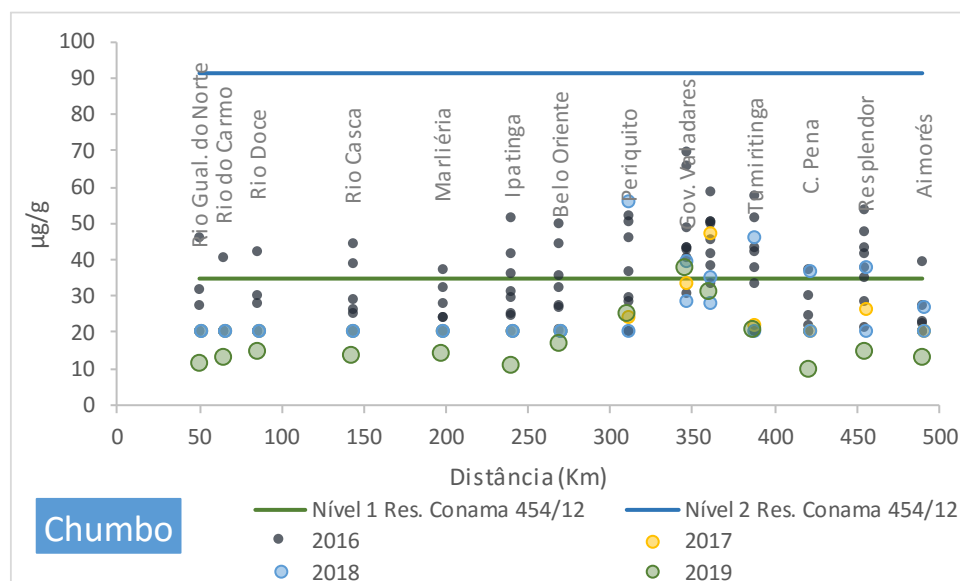
Gráfico 37 – Resultados de arsênio nos sedimentos das estações do monitoramento especial do rio Doce



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

No Gráfico 38 são apresentados os resultados de chumbo nos sedimentos dos anos de 2016 a 2019 (1º semestre). O Nível 2 (valor acima do qual há maior probabilidade de efeitos adversos à biota) não foi extrapolado em nenhuma das análises realizadas. Em contrapartida o Nível 1 foi extrapolado em ao menos uma campanha em todos os pontos avaliados. É possível notar ainda que o trecho que apresentou o maior número de valores de chumbo acima do Nível 1 foi próximo ao município de Governador Valadares (RD044 e RD045), as quais apresentaram a maioria dos resultados (9 dos 12 ensaios realizados) de chumbo acima do Nível 1. Esses resultados podem estar associados a presença de atividades de metalurgia desenvolvidas na região.

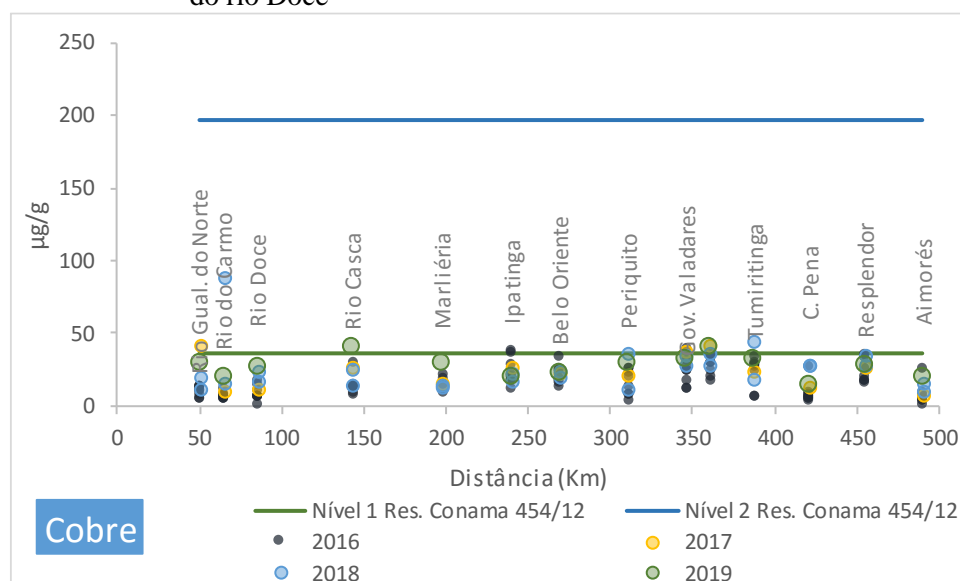
Gráfico 38 – Resultados de chumbo nos sedimentos das estações do monitoramento especial do rio Doce



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

No Gráfico 39 são apresentados os resultados de cobre nos sedimentos dos anos de 2016 a 2019 (1º semestre). Dos 168 ensaios realizados somente 10 estiveram acima do Nível 1, em datas e trechos distintos. Desses, duas violações a montante de Governador Valadares (RD044) (jan/16 e set/17), uma no rio Gualaxo do Norte (RD011) (set/17), uma em Ipatinga (RD035) (abr/16), uma em Periquito (RD083) (mar/18), duas a jusante de Governador Valadares (RD045) (set/17 e mar/19), uma violação em Tumiritinga (RD053) (mar/18), uma em Rio Casca (RD019) (mar/19) e uma em Barra Longa (RD071) (set/18).

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



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

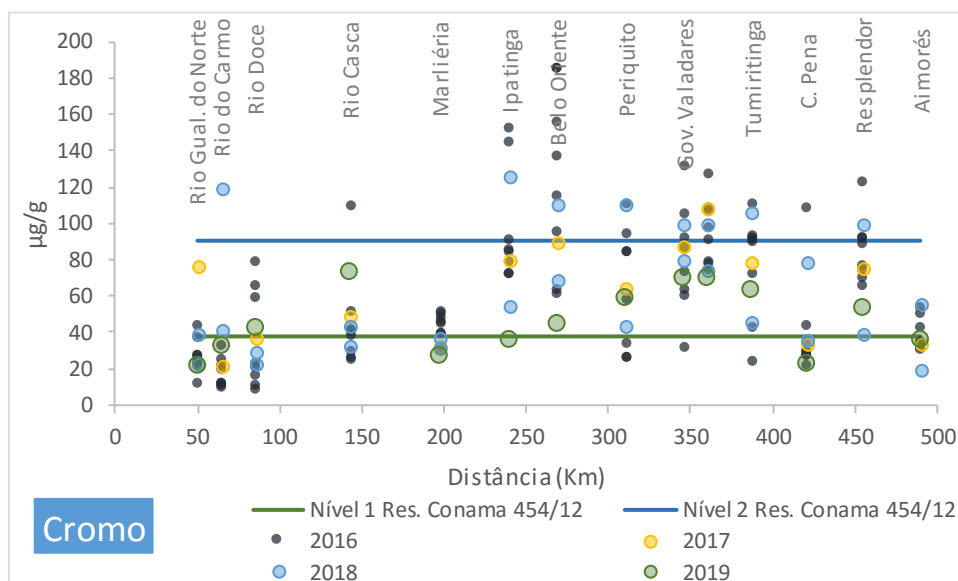
No Gráfico 40 são apresentados os resultados de cromo nos sedimentos dos anos de 2016 a 2019 (1º semestre). Valores de cromo acima do Nível 2 da Resolução Conama nº 454/2012 foram registrados em todas as estações de monitoramento, exceto naquelas localizadas nos rios Gualaxo do Norte (RD011), e no rio 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 em Resplendor (RD059) as quais apresentaram a maioria dos resultados de cromo acima do Nível 1. As estações localizadas em Belo Oriente (RD033) e Governador Valadares (RD045) também se destacam por apresentarem quase 60% dos resultados acima do nível 2. Esses resultados podem estar associados ao desenvolvimento de atividades metalúrgicas na região.

Na última coleta realizada em março de 2019, o valor de cromo acima do Nível 2 não foi registrado em nenhuma estação. Em contrapartida o Nível 1 somente não apresentou extrapolação nos rios Gualaxo do Norte (RD011) e Carmo (RD071), e no rio Doce em Marliéria (RD023), em Ipatinga (RD035), em Conselheiro Pena (RD058) e em Aimorés (RD067).



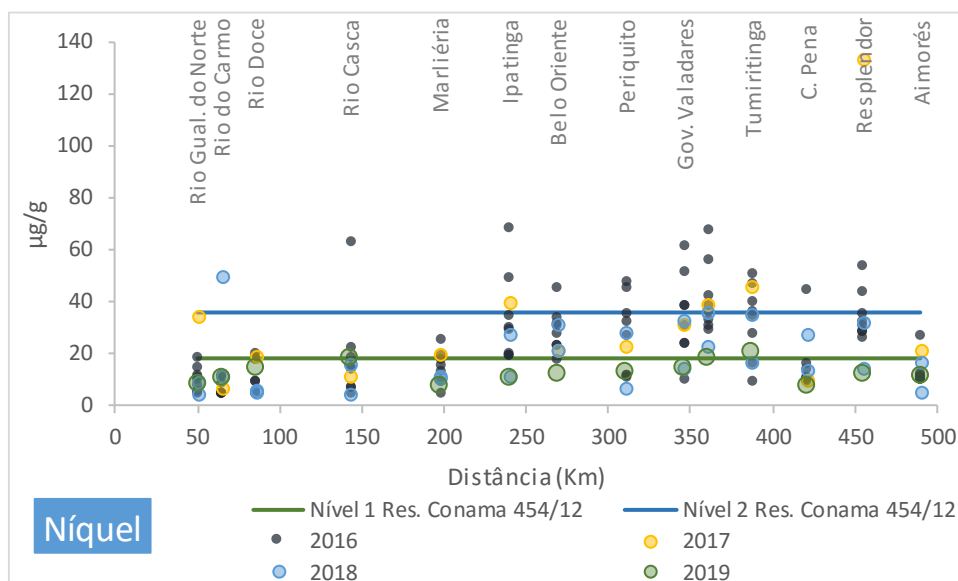
Gráfico 40 – Resultados de cromo nos sedimentos das estações do monitoramento especial do rio Doce



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

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 valores acima do Nível 2 da Resolução Conama nº 454/2012 em 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 em março de 2019 não foram registrados valores de níquel acima do Nível 2. Valor acima do Nível 1 foi registrado somente no município de Tumiritinga (RD053).

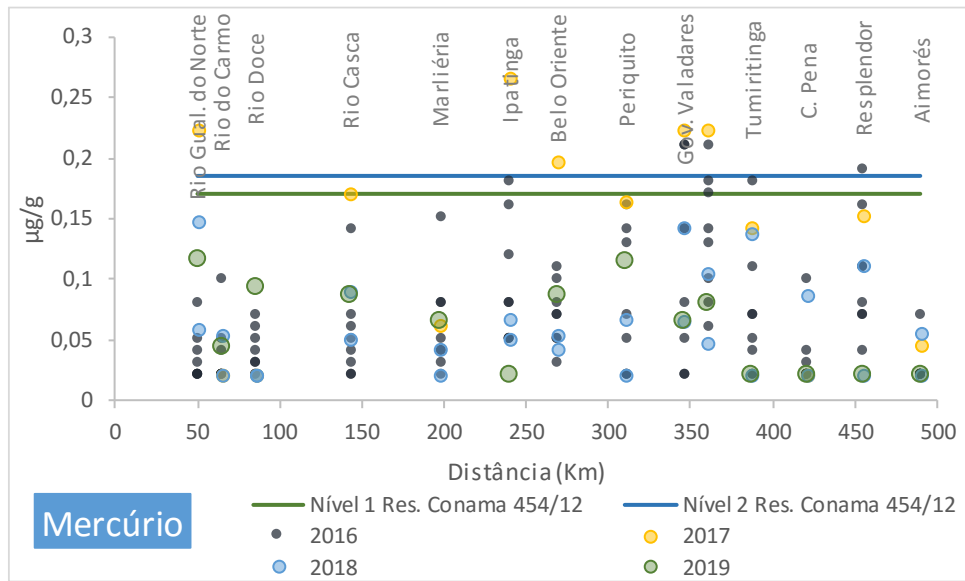
Gráfico 41 – Resultados de níquel nos sedimentos das estações do monitoramento especial do rio Doce



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Os resultados de mercúrio nos sedimentos são apresentados no Gráfico 42. Observa-se que valores de mercúrio acima do Nível 1 foram obtidos em 12 dos 168 resultados avaliados. No que se refere ao Nível 2 foram obtidos em 9 dos 168 resultados avaliados, sendo que 5 destes ocorreram somente na campanha realizada em setembro de 2017. Na medição realizada em 2018 e no 1º semestre de 2019 não foram encontrados valores acima dos níveis estabelecidos na Conama 454/2012.

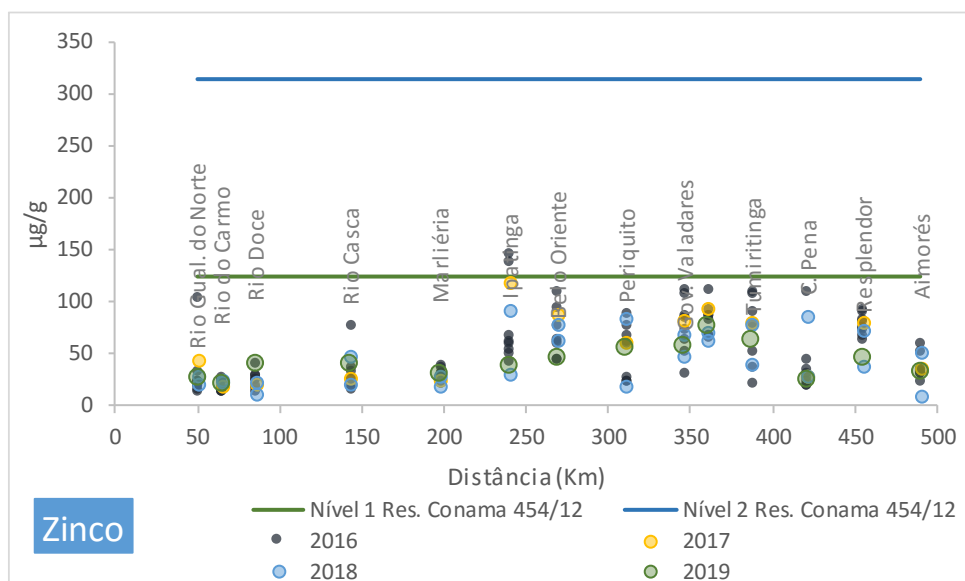
Gráfico 42 – Resultados de mercúrio nos sedimentos das estações do monitoramento especial do rio Doce



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

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 foram obtidos somente na estação de amostragem localizada em Ipatinga (RD035), nas medições realizadas em março e abril de 2016. Todos os demais resultados estiveram abaixo do Nível 1.

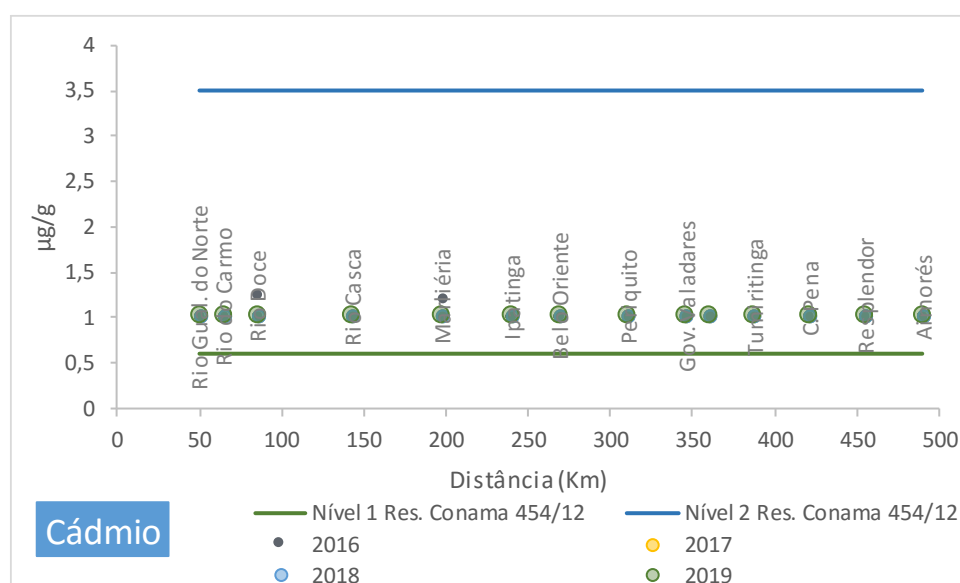
Gráfico 43 – Resultados de zinco nos sedimentos das estações do monitoramento especial do rio Doce



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Com relação ao cádmio, observa-se no Gráfico 44 que todos os valores se apresentaram abaixo do Nível 2 no período avaliado. Observa-se, ainda, que valores de cádmio acima do limite de quantificação do método foram obtidos nos pontos do rio Doce em Rio Doce e em Marliéria somente no dia 09 de maio de 2016, 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 (2019):

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Decorridos quase quatro anos do rompimento da barragem de Fundão em Mariana/MG, 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 antes de rompimento da barragem, observam-se comportamentos distintos para os parâmetros analisados.

Considerando-se o período avaliado e todos os trechos, pode-se concluir que o ano de 2016 foi o de maior impacto, quando foram sentidos os efeitos imediatos da passagem da pluma de rejeitos. Observou-se uma redução gradual dos valores de quase todos os parâmetros a partir de 2017. O parâmetro turbidez apresentou redução dos valores considerando os 6 primeiros meses de 2019, com apenas 10% dos resultados acima de

112 NTU e mediana de 64,05 NTU. Comportamento semelhante foi observado nos dados de sólidos em suspensão totais e manganês total. Já o parâmetro condutividade elétrica *in loco* apresentou elevação ao longo do tempo, a partir do 1º ano após o rompimento da barragem, chegando a atingir os maiores valores de percentis para todos os trechos no ano de 2017.

Entretanto, no ano de 2018 e no primeiro semestre de 2019 já se observa uma redução dos percentis em todos os trechos avaliados, quando todos os percentis se aproximam dos valores obtidos no período pré-rompimento. Destacam-se os valores de ferro dissolvido, que até 2017 apresentaram pouca variação na comparação com o período pré-rompimento, e sofreram um aumento nos valores dos percentis no ano de 2018 e no primeiro semestre de 2019. Esse comportamento de ferro dissolvido foi virtualmente o mesmo em todos os trechos.

Para o arsênio total e os metais cobre dissolvido, cromo total, níquel total e zinco total os resultados apresentaram pequena variabilidade, além da maior parte dos resultados estarem abaixo do limite de quantificação do método analítico. Violações de cádmio ocorreram em maio ou abril de 2018 (todas as estações) e em janeiro de 2019 (em Conselheiro Pena). Todos os demais registros de cádmio estiveram abaixo do limite de quantificação.

De 2016 a 2018 foram observados registros de chumbo total acima do limite de classe e acima do máximo da série histórica, sendo o maior número de violações observado no trecho entre Resplendor e Aimorés. Já no 1º semestre de 2019 os valores de chumbo ficaram abaixo do limite de classe. É importante destacar a presença de atividades de siderurgia desenvolvidas na região, que podem contribuir com os valores encontrados. Em relação aos resultados de alumínio dissolvido os valores máximos, obtidos no 1º semestre de 2019, estão acima do limite de classe e acima do máximo da série histórica do período pré-rompimento ao longo do rio Doce: em Rio Doce (RD072), e no trecho entre Ipatinga (RD035) e Aimorés (RD067).

### **Análise de sedimentos**

Vale destacar que a Resolução Conama nº 454/2012 não estabelece valores orientadores para os metais ferro, alumínio e manganês. Contudo, no presente relatório foram utilizados como referência para esses metais o estudo de Costa (2015). No que se refere aos resultados de ferro observou-se que os valores, na análise de todo o período avaliado (2016 a 1º semestre de 2019), apresentaram-se mais elevados nos trechos mais próximos ao rompimento entre o rio Gualaxo do Norte (RD011) e o rio Doce em Ipatinga (RD035), variando entre 7,48 e 53,8%.

Em contrapartida, no trecho localizado mais a jusante, entre os municípios de Belo Oriente (RD033) e Aimorés (RD067) os valores estiveram entre 1,01 e 23,1%. No que se refere aos dados de manganês 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) (meses de abril, julho e agosto de 2016) e 2 no rio Gualaxo do Norte (RD011) em setembro de 2017 e de 2018.

Na análise dos dados de alumínio observou-se valores mais elevados no trecho de jusante, entre os municípios de Periquito (RD083) e Resplendor (RD059), quando valores de alumínio estiveram entre 0,77 e 12,33% - comportamento oposto ao observado para os dados de ferro. Já no trecho localizado mais a montante, entre o rio Gualaxo do Norte (RD011) e o rio Doce em Marliéria (RD023), os valores de alumínio estiveram entre 0,20 e 7,41%.

Os metais cádmio, chumbo, cobre e zinco estiveram abaixo do Nível 2 (valor acima do qual há maior probabilidade de efeitos adversos à biota) em todas as amostragens e em todos os pontos de monitoramento. Nos últimos três anos registros de arsênio acima do Nível 2 ocorreram no rio Gualaxo do Norte (set/17); no rio do Carmo (mar/18) e no rio Casca (mar/2019). A presença de arsênio pode estar relacionada ao desenvolvimento de garimpos na região do alto rio Doce. Para os parâmetros níquel, mercúrio e cromo na coleta realizada em março de 2019 não foram registrados valores acima do Nível 2 da Conama 454/2012.

## 5 INFORMAÇÕES ADICIONAIS

### 5.1 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 e reuniões nos Comitês da Bacia do rio Doce, por meio dos técnicos inseridos nas Câmaras Técnicas do Comitê Interfederativo (CIF), acompanhando, 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>3</sup> e do Ibama<sup>4</sup>.

Em abril de 2018, o Igam assumiu a coordenação da Câmara Técnica de Segurança Hídrica e Qualidade das Águas (CT SHQA) no Comitê Interfederativo (CIF). Os membros desta Câmara Técnica compreendem Instituições Estaduais (MG/ES) e Federais, quais sejam:

- **Governo do Espírito Santo:** Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEAMA), *Instituto Estadual de Meio Ambiente* e Recursos Hídricos (IEMA), Secretaria de Estado de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano (SEDURB) e Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH).
- **Governo de Minas Gerais:** Secretaria de Estado de Meio-Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) e Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM).
- **Governo Federal:** Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental do Ministério do Meio Ambiente (SRHU/MMA), Ministério da Saúde e Vigilância Sanitária (M Saúde/SVS e Agência Nacional de Águas (ANA).
- **Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA/MG).**

---

<sup>3</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>4</sup> [http://www.ibama.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=699](http://www.ibama.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=699)

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

- Programa de coleta e tratamento de esgoto e de destinação de resíduos sólidos (compensatório);
- Programa de melhoria dos sistemas de abastecimento de água (reparatório e compensatório);
- 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.

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 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.

Destaca-se que o monitoramento da região afetada 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. Caso ocorra nova eventualidade, a frequência de monitoramento poderá ser intensificada de acordo com um plano de monitoramento emergencial.

### **5.2 Programa de Monitoramento Quali-qualitativo da Água e Sedimentos no Rio Doce e Zona Costeira – PMQQS**

O Programa de Monitoramento Quali-Quantitativo Sistemático de Qualidade das Águas e dos Sedimentos no Rio Doce e Zona Costeira – PMQQS, implantado pela Fundação Renova, sob supervisão dos órgãos e entidades ambientais federais e dos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo, contempla 92 estações, dentre as quais 56 estações de monitoramento convencional da qualidade ao longo do rio Doce e zona costeira, sendo



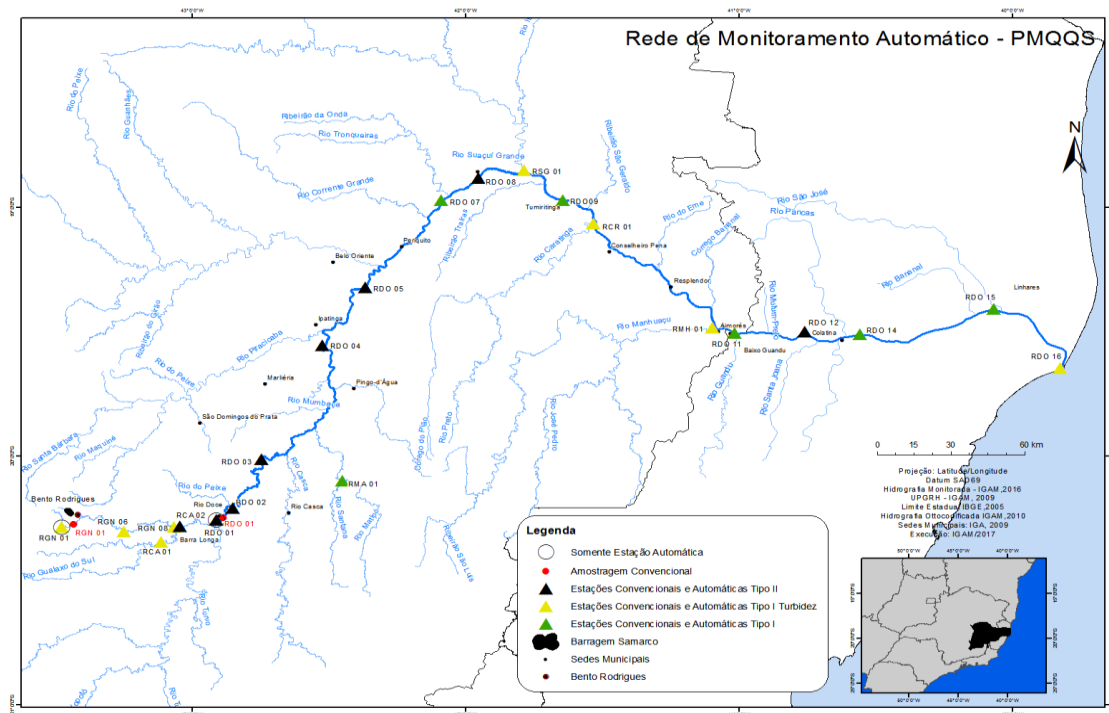
22 estações automáticas com medição de nível, chuva e temperatura do ar. Além disto, dentre estas 22, 8 estações também contemplam sondas multiparamétricas de qualidade de águas.

O PMQQS é um programa que possui um caráter permanente e abrangente, sendo realizada uma avaliação sistemática de 42 parâmetros físico-químicos, bem como, análise de ecotoxicidade, biomonitoramento, medições de vazão, qualidade e quantidade de sedimentos, com previsão mínima de 10 anos.

A coleta manual de amostras para análise de parâmetros físico-químicos, hidrobiológicos (fitoplâncton) e bacteriológicos da água superficial tem periodicidade mensal. A coleta destinada à verificação de parâmetros ecotoxicológicos e físico-químicos de qualidade de sedimentos tem periodicidade trimestral. A cada três meses também são monitorados materiais particulados em suspensão e macroinvertebrados bentônicos e mensalmente ocorre a medição de descarga líquida.

O objetivo geral da Rede de Monitoramento proposta é acompanhar, ao longo do tempo, a recuperação da bacia hidrográfica do rio Doce e a efetividade das intervenções permanentes realizadas, através da avaliação sistemática da qualidade das águas e dos sedimentos. A seguir o Mapa das Estações de monitoramento do PMQQS.

Mapa 2 – Estações do PMQQS ao longo do rio Doce



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

### Principais entregas do PMQQS no âmbito da câmara técnica:

- Rede de monitoramento e estações automáticas implantadas e em operação — vistoriadas pelo Grupo de Acompanhamento do PMQQS - GTA do PMQQS;
- Sistema de armazenamento de dados;
- 1º Relatório Parcial com divulgação dos dados das águas superficiais do rio Doce de forma simplificada para informar à sociedade no geral. Foi disponibilizada Planilha de Dados PMQQS, consolidados, completa e está sendo avaliado o Relatório Trimestral Completo;
- Planilha de dados Consolidados disponível no site do IBAMA.

### 5.3 Programa de coleta e tratamento de esgoto e de destinação de resíduos sólidos – PG-031

O PG31 atende a Área Ambiental 2 do TTAC, contemplando os municípios banhados pelo rio Doce e pelos trechos impactados dos Rios Gualaxo do Norte e Carmo, a saber: Mariana, Barra Longa, Rio Doce, Santa Cruz do Escalvado, Sem-Peixe, Rio Casca, São Pedro dos Ferros, São Domingos do Prata, São José do Goiabal, Raul Soares, Dionísio, Córrego Novo, Pingo d'Água, Marliéria, Bom Jesus do Galho, Timóteo, Caratinga,

## Instituto Mineiro de Gestão das Águas

Ipatinga, Santana do Paraíso, Ipaba, Belo Oriente, Bugre, Iapu, Naque, Periquito, Sobralia, Fernandes Tourinho, Alpercata, Governador Valadares, Tumiritinga, Galileia, Conselheiro Pena, Resplendor, Itueta, Aimorés, Baixo Guandu, Colatina, Marilândia e Linhares.

Será efetuado aporte de recurso no valor total de 500 milhões de reais aos municípios da Área Ambiental 2 do TTAC para custeio na elaboração de planos básicos de saneamento básico, elaboração de projetos de sistema de esgotamento sanitário, implementação de obras de coleta e tratamento de esgotos, erradicação de lixões e implantação de aterros sanitários regionais.

### **Marcos:**

- Definidos critérios e valores-teto com participação dos 39 municípios impactados;
- Foram aprovados 191 pleitos dos municípios até novembro de 2019;
- Processo de revisão do Programa em andamento através de oficina com membros da Câmara Técnica, Fundação Renova e Comitê Interfederativo, onde se estabelece novo objetivo, escopo e indicadores.

Quadro 4 – Quadro-resumo das ações do PG-031

Total de recurso do Programa 031 (Cláusulas 169 e 170 do TTAC)	R\$500.000.000,00
Número de pleitos aptos até agosto de 2019 (Esgotamento sanitário e resíduos sólidos)	191
Valor aproximado dos pleitos aptos	R\$ 323.637.150,00
Valor disponibilizado pela Fundação Renova até agosto de 2019	R\$250.000.000,00
Valor repassado aos municípios até agosto de 2019*	R\$ 163.650,00 (0,05% do total)
Déficit de aporte - valor aproximado	R\$73.637.150,00

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

#### **5.4 Programa de melhoria dos sistemas de abastecimento de água – PG-032**

Construção de sistemas alternativos de captação e adução e melhoria das estações de tratamento de água para 09 municípios e 15 localidades — que captam diretamente da calha do rio Doce — cuja operação do sistema de abastecimento ficou inviabilizada temporariamente, visando reduzir a dependência do Rio Doce: 30% até 100 mil habitantes, 50% acima de 100 mil habitantes, 67% para Governador Valadares.

Prazo: Levantamentos, estudos e projetos — 2 anos a partir do TTAC / Obras — até 2021.

##### **Marcos:**

- Melhorias emergenciais nas Estações de Tratamento de Água;
- Elaborado Estudo de Oferta Hídrica (avaliação de capacidade de mananciais superficiais e subterrâneos);
- Diversos estágios de andamento: Tratativas para captação alternativa e melhorias nas captações principais; obras iniciadas, concluídas e em fase de projeto;
- Foram realizadas duas vistorias nas áreas de abastecimento pelos membros da CT SHQA (GT Abastecimento Público).

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: 22 nov. 2019.

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: 18 nov. 2019.

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: 22 nov. 2019.

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: 18 nov. 2019.

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: 26 nov. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. Disponível em: [http://www.ibama.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=699](http://www.ibama.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=699). Acesso em: 17 dez. 2019.

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: 17 dez. 2019.

**ANEXO**

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 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2017	2016	2018	2019 (1º sem)
(NTU) Limite DN 1/08: 100															
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	4105	1462	732	118	s/ dados	353	86,15	39,9	56,75	s/ dados	12,2	169	5,97	12,1
RD071 Rio do Carmo	744	5228	608	521	73,4	10,55	135	35,9	31,9	27,55	1,8	6,04	41,7	7,54	6,84
RD072 Rio Doce	604	5880	1094	317	170	9,79	77	24,9	67,05	28,25	0,5	6,63	50,3	6,24	7,14
RD019 Rio Casca	318	1125	1114	663	167	12	376	80,05	78,8	32,25	2,71	25,2	174	9,47	12,5
RD023 Marliéria	280	3198	4489	250	127	15,7	256	85,3	47,2	46,7	2,24	46,7	139	7,14	25,5
RD035 Ipatinga	382	2682	3062	337	104	19,4	263	62,25	62,35	41,4	2,56	34,7	134	14,7	13,1
RD033 Belo Oriente	955	3279	2398	240	120	19,5	196	56,15	68,9	43,05	2,29	10,5	92,6	16,3	14,4
RD083 Periquito	181	3017	2524	612	91,7	20,5	65,3	39,55	31,1	30,45	2,78	6,2	40,5	9,47	15,4
RD044 Gov. Valadares (mont.)	217	3640	3849	694	94,1	10,7	32,8	44,25	24,2	25,65	2,28	4,6	18,8	6,9	7,74
RD045 Gov. Valadares (jus.)	233	4672	1449	674	104	13,7	29,9	24,47	25,5	24,5	0,5	4,62	11,1	4,7	7,07
RD053 Tumiritinga	97,4	4200	2401	364	164	15,5	24,6	25,36	24,3	26,4	1,83	4	5,73	4,7	6,17
RD058 C. Pena	157	9168	1025	919	95,7	17,1	19,6	52,02	25,8	24,92	1,67	2,99	2,84	5,27	5,53
RD059 Resplendor	123	6600	725	626	114	14,6	20	52,85	27,95	29,1	3,28	4,11	4,23	4,97	5,74
RD067 Aimorés	177	6500	426	591	104	13	18,4	26,35	29	16,1	2,16	5,43	3,99	4,1	5,49

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

● 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

Conductividade elétrica in loco (µS/cm) sem limite na DN 1/08	MÁXIMOS					MEDIANAS					MÍNIMOS				
	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2017	2016	2018	2019 (1º sem)
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	78,5	82,5	70,6	64,7	s/ dados	72,5	69,1	53,1	51,8	s/ dados	41,7	40,6	37,1	46
RD071 Rio do Carmo	84,3	96	148	103	65,8	53,5	69,8	87,7	67,6	59,9	31,7	64,4	58,3	54,9	53,1
RD072 Rio Doce	73,9	79,6	88,8	86,3	79,8	51,8	62,8	64,2	58	56	33,9	58,1	47,6	44,2	52,4
RD019 Rio Casca	74,1	74,6	90,6	77,3	70,2	49,2	60,5	60,9	58,8	52,2	34,4	57	44,8	40,3	48,7
RD023 Marliéria	72,1	78,3	89,9	74,5	63,4	51	61,4	62,1	56,8	52,3	35,9	49,9	49,1	47,1	48,6
RD035 Ipatinga	110	102	102	86,3	73,6	57,2	71,8	80,2	69,6	63,7	40,1	63,6	54,1	49,6	54,8
RD033 Belo Oriente	168	140	166	136	107	84,8	116	129	102	88,7	49,8	55,1	59	60	65,8
RD083 Periquito	125	126	155	118,3	100	63,7	88,8	108,5	75,9	72,5	37	47,1	33,5	30,7	49,4
RD044 Gov. Valadares (mont.)	129	115	139	104,9	91,1	72,8	97,5	105,9	77,8	68,3	44	47,7	45,1	42,8	56,7
RD045 Gov. Valadares (jus.)	111	118	142	102,7	83,4	64,3	88,5	104,3	72,4	70,4	42,2	56,2	58,2	50,2	52,9
RD053 Tumiritinga	114	100	148	113,8	91,7	71,4	88,2	111,5	79,1	71,2	49,8	59,8	60,4	54,3	56,3
RD058 C. Pena	114	102	142	109,5	96,5	69,1	88	105,5	77,6	67,4	49,1	59,3	52	44,2	58,9
RD059 Resplendor	110	104	142	102,3	101	68,3	83,9	97	79,7	77,3	48,2	61,5	56,7	53,7	42,5
RD067 Aimorés	116	178	118	93,2	78,9	65,7	82,3	94,8	70	63,7	48	60,1	60	54,5	55,2

Sólidos em Suspensão Totais (mg/L) Limite DN 1/08: 100	MÁXIMOS					MEDIANAS					MÍNIMOS				
	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2017	2016	2018	2019 (1º sem)
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	776	522	490	57	s/ dados	175	40	33	23	s/ dados	9	85	3	4
RD071 Rio do Carmo	1088	1692	370	506	53	15	294	40	22	15	2	3	34	2	6
RD072 Rio Doce	894	5160	579	249	104	12	80	14	37	11	2	4	19	5	5
RD019 Rio Casca	202	986	443	286	97	12	214	51	41	16	2	13	40	2	6
RD023 Marliéria	187	702	446	160	71	21	139	48	34	23	2	23	51	2	13
RD035 Ipatinga	230	776	1633	285	68	30	130	21	47	24	2	13	79	8	11
RD033 Belo Oriente	678	1180	865	120	115	26	102	26	57	30	2	2	26	14	17
RD083 Periquito	107	1080	863	252	44	12	19	13	15	14	2	3	5	3	6
RD044 Gov. Valadares (mont.)	84	2880	1396	397	59	9	14	26	17	11	2	2	7	2	10
RD045 Gov. Valadares (jus.)	157	4432	762	314	62	11	22	14	16	15	2	4	6	2	9
RD053 Tumiritinga	116	4712	819	129	99	14	21	12	13	19	2	9	2	2	2
RD058 C. Pena	255	3144	391	460	59	17	13	29	15	13	2	3	4	5	8
RD059 Resplendor	99	2652	337	213	46	16	14	33	18	15	2	2	2	3	3
RD067 Aimorés	74	1889	139	235	43	14	14	20	11	16	2	5	4	4	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

Ferro Dissolvido	MÁXIMOS					MEDIANAS					MÍNIMOS				
	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2017	2016	2018	2019 (1º sem)
(mg/L) Limite DN 1/08: 0,3															
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	0,238	0,317	0,33	0,332	s/ dados	0,153	0,158	0,22	0,258	s/ dados	0,114	0,072	0,149	0,194
RD071 Rio do Carmo	0,279	0,291	0,311	0,645	0,309	0,112	0,159	0,136	0,212	0,286	0,049	0,083	0,069	0,144	0,181
RD072 Rio Doce	0,538	0,299	0,311	0,544	0,561	0,149	0,234	0,188	0,274	0,393	0,069	0,064	0,157	0,153	0,275
RD019 Rio Casca	0,488	0,251	0,313	0,56	0,565	0,123	0,167	0,188	0,255	0,382	0,048	0,084	0,073	0,145	0,191
RD023 Marliéria	0,358	0,275	1,241	0,427	0,429	0,12	0,157	0,154	0,176	0,403	0,046	0,074	0,1	0,115	0,198
RD035 Ipatinga	0,457	0,265	0,596	0,443	0,367	0,114	0,169	0,128	0,244	0,267	0,054	0,052	0,091	0,091	0,203
RD033 Belo Oriente	0,382	0,325	0,412	0,306	0,521	0,115	0,189	0,155	0,212	0,262	0,04	0,089	0,036	0,108	0,199
RD083 Periquito	0,381	0,368	0,338	0,42	0,366	0,123	0,177	0,129	0,285	0,253	0,051	0,061	0,103	0,105	0,16
RD044 Gov. Valadares (mont.)	0,573	0,279	0,272	0,5	0,402	0,137	0,173	0,186	0,282	0,299	0,039	0,069	0,121	0,096	0,246
RD045 Gov. Valadares (jus.)	0,449	0,326	0,357	0,712	0,403	0,179	0,214	0,116	0,273	0,32	0,043	0,06	0,174	0,063	0,245
RD053 Tumiritinga	0,476	0,768	0,543	0,725	0,735	0,134	0,173	0,208	0,273	0,282	0,043	0,051	0,077	0,066	0,192
RD058 C. Pena	0,624	0,297	0,193	0,614	0,382	0,128	0,157	0,126	0,276	0,218	0,048	0,054	0,074	0,057	0,17
RD059 Resplendor	0,58	0,433	0,263	1,069	0,317	0,108	0,167	0,141	0,277	0,25	0,037	0,038	0,087	0,067	0,135
RD067 Aimorés	0,396	0,764	0,343	0,436	0,342	0,094	0,086	0,065	0,248	0,259	0,03	0,034	0,043	0,038	0,129

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

Manganês total	MÁXIMOS					MEDIANAS					MÍNIMOS				
	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2017	2016	2018	2019 (1º sem)
(mg/L) Limite DN 1/08: 0,1															
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	1,776	2,723	2,187	0,6085	s/ dados	0,5473	0,232	0,1686	0,1756	s/ dados	0,0397	0,349	0,033	0,0632
RD071 Rio do Carmo	1,6546	1,375	1,84	1,343	0,3966	0,1302	0,309	0,1046	0,1683	0,1318	0,0351	0,0312	0,0607	0,022	0,0491
RD072 Rio Doce	1,52	3,675	2,316	0,468	0,3833	0,0751	0,135	0,0818	0,1807	0,0793	0,0263	0,0361	0,1041	0,0216	0,0329
RD019 Rio Casca	0,577	0,898	0,757	0,481	0,3903	0,0825	0,3005	0,1285	0,1787	0,1119	0,0308	0,0745	0,17	0,0076	0,0509
RD023 Marliéria	0,304	0,87	0,842	0,377	0,2662	0,0908	0,271	0,1206	0,1367	0,101	0,0358	0,0879	0,203	0,0205	0,0756
RD035 Ipatinga	0,345	0,695	1,821	0,414	0,3565	0,109	0,27	0,1295	0,1887	0,1231	0,0443	0,0874	0,162	0,0325	0,0663
RD033 Belo Oriente	0,561	1,51	0,878	0,311	0,2977	0,0949	0,202	0,0782	0,1475	0,1012	0,0287	0,0531	0,0477	0,0315	0,0524
RD083 Periquito	0,113	2,564	0,837	0,485	0,1151	0,042	0,0461	0,04	0,0408	0,044	0,0217	0,0207	0,0299	0,0242	0,0347
RD044 Gov. Valadares (mont.)	0,16	5,166	0,92	0,481	0,1062	0,0301	0,0381	0,0676	0,0396	0,0301	0,0187	0,0238	0,0213	0,02	0,0169
RD045 Gov. Valadares (jus.)	0,144	5,637	0,789	0,451	0,1071	0,0391	0,0367	0,038	0,0365	0,0294	0,0161	0,018	0,014	0,0097	0,0141
RD053 Tumiritinga	0,1134	2,745	0,773	0,205	0,1113	0,0434	0,0363	0,0453	0,0421	0,044	0,015	0,0181	0,0204	0,0066	0,0126
RD058 C. Pena	0,1167	4,127	0,75	0,735	0,0905	0,0347	0,0263	0,0469	0,0375	0,0266	0,0159	0,0309	0,0207	0,0194	0,0129
RD059 Resplendor	0,0948	3,3	0,63	0,255	0,1016	0,0303	0,0291	0,0447	0,031	0,0267	0,0143	0,0249	0,0211	0,0088	0,0164
RD067 Aimorés	0,0845	1,578	0,173	0,236	0,0533	0,0246	0,0183	0,0258	0,0215	0,0214	0,0098	0,011	0,0106	0,0087	0,0084

● 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

Alumínio Dissolvido	MÁXIMOS					MEDIANAS					MÍNIMOS				
	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2017	2016	2018	2019 (1º sem)
(mg/L) Limite DN 1/08: 0,1															
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	0,115	0,154	0,087	0,063	s/ dados	0,1	0,068	0,042	0,051	s/ dados	0,024	0,1	0,025	0,033
RD071 Rio do Carmo	0,209	0,133	0,161	0,267	0,088	0,1	0,1	0,071	0,053	0,056	0,1	0,02	0,1	0,03	0,039
RD072 Rio Doce	0,171	0,11	0,128	0,139	0,29	0,1	0,1	0,073	0,069	0,061	0,1	0,02	0,1	0,03	0,056
RD019 Rio Casca	0,304	0,1	0,271	0,289	0,09	0,1	0,1	0,1	0,064	0,057	0,1	0,021	0,1	0,029	0,034
RD023 Marliéria	0,243	0,154	1,516	0,114	0,081	0,1	0,1	0,075	0,051	0,065	0,1	0,034	0,1	0,028	0,052
RD035 Ipatinga	0,183	0,158	0,82	0,276	0,127	0,1	0,1	0,071	0,075	0,084	0,1	0,02	0,1	0,03	0,06
RD033 Belo Oriente	0,24	0,1	0,191	0,259	0,314	0,1	0,1	0,072	0,082	0,084	0,1	0,038	0,1	0,056	0,06
RD083 Periquito	0,127	0,14	0,133	0,106	0,278	0,1	0,1	0,079	0,082	0,093	0,1	0,028	0,1	0,048	0,043
RD044 Gov. Valadares (mont.)	0,157	0,112	0,174	0,174	0,257	0,1	0,1	0,097	0,099	0,094	0,1	0,041	0,1	0,039	0,059
RD045 Gov. Valadares (jus.)	0,219	0,139	0,177	0,315	0,221	0,1	0,1	0,083	0,09	0,115	0,1	0,036	0,1	0,038	0,085
RD053 Tumiritinga	0,181	0,557	0,929	0,402	0,395	0,1	0,1	0,107	0,11	0,096	0,1	0,03	0,1	0,041	0,08
RD058 C. Pena	0,181	0,125	0,134	0,288	0,211	0,1	0,1	0,098	0,092	0,085	0,1	0,034	0,1	0,059	0,066
RD059 Resplendor	0,24	0,224	0,142	0,63	0,256	0,1	0,1	0,076	0,095	0,093	0,1	0,045	0,1	0,047	0,063
RD067 Aimorés	0,271	0,166	0,177	0,234	0,361	0,1	0,1	0,062	0,108	0,106	0,1	0,043	0,1	0,024	0,083

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

Arsênio total	MÁXIMOS					MEDIANAS					MÍNIMOS				
	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2017	2016	2018	2019 (1º sem)
(mg/L) Limite DN 1/08: 0,01															
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	0,0014	0,0021	0,0025	0,001	s/ dados	0,001	0,001	0,001	0,001	s/ dados	0,001	0,001	0,001	0,001
RD071 Rio do Carmo	0,0393	0,0034	0,0064	0,005	0,0038	0,0029	0,0031	0,0027	0,003	0,0028	0,0003	0,0019	0,001	0,0019	0,0023
RD072 Rio Doce	0,0243	0,0019	0,0113	0,0021	0,0045	0,0011	0,001	0,0013	0,0015	0,0012	0,0003	0,001	0,001	0,001	0,001
RD019 Rio Casca	0,0072	0,0023	0,0026	0,0019	0,0022	0,0006	0,0015	0,001	0,0013	0,0012	0,0003	0,001	0,001	0,001	0,001
RD023 Marliéria	0,0053	0,0033	0,0026	0,0022	0,0023	0,0006	0,0015	0,001	0,0011	0,001	0,0003	0,001	0,001	0,001	0,001
RD035 Ipatinga	0,0066	0,0015	0,003	0,0017	0,0016	0,0003	0,0011	0,001	0,001	0,0011	0,0003	0,001	0,001	0,001	0,001
RD033 Belo Oriente	0,0055	0,0025	0,0022	0,0021	0,0029	0,0006	0,0015	0,0011	0,0011	0,0013	0,0003	0,001	0,001	0,001	0,001
RD083 Periquito	0,001	0,0037	0,0026	0,0016	0,001	0,0003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,0003	0,001	0,001	0,001	0,001
RD044 Gov. Valadares (mont.)	0,001	0,0055	0,0015	0,0016	0,001	0,0003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,0003	0,001	0,001	0,001	0,001
RD045 Gov. Valadares (jus.)	0,001	0,0057	0,0021	0,0016	0,001	0,0003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,0003	0,001	0,001	0,001	0,001
RD053 Tumiritinga	0,001	0,0022	0,0027	0,001	0,001	0,0003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,0003	0,001	0,001	0,001	0,001
RD058 C. Pena	0,001	0,0052	0,0037	0,0021	0,0022	0,0003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,0003	0,001	0,001	0,001	0,001
RD059 Resplendor	0,001	0,0042	0,0023	0,0015	0,001	0,0003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,0003	0,001	0,001	0,001	0,001
RD067 Aimorés	0,001	0,0041	0,0014	0,001	0,001	0,0003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,0003	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

## Instituto Mineiro de Gestão das Águas

Cádmio total	MÁXIMOS					MEDIANAS					MÍNIMOS				
	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2017	2016	2018	2019 (1º sem)
(mg/L) Limite DN 1/08: 0,001															
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	0,0005	0,0005	0,0023	0,0005	s/ dados	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	s/ dados	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
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
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
RD023 Marliéria	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
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
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
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
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
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
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
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
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
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

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

Chumbo total	MÁXIMOS					MEDIANAS					MÍNIMOS				
	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2017	2016	2018	2019 (1º sem)
(mg/L) Limite DN 1/08: 0,01															
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	0,0134	0,0112	0,0184	0,005	s/ dados	0,0077	0,005	0,005	0,005	s/ dados	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
RD072 Rio Doce	0,0138	0,0271	0,0134	0,0188	0,0063	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	0,005	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	0,005	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	0,005	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	0,005	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	0,005	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	0,005	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	0,005	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	0,0078	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	0,005	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	0,0063	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	0,005	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

## Instituto Mineiro de Gestão das Águas

Cobre Dissolvido	MÁXIMOS					MEDIANAS					MÍNIMOS				
	(mg/L) Limite DN 1/08: 0,009	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2017	2016	2018
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	● 0,004	● 0,004	● 0,0044	● 0,004	s/ dados	● 0,004	● 0,004	● 0,004	● 0,004	s/ dados	● 0,004	● 0,004	● 0,004	● 0,004
RD071 Rio do Carmo	● 0,0083	● 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
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
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
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
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
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
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
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
RD045 Gov. Valadares (jus.)	● 0,0046	● 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
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
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
RD059 Resplendor	● 0,011	● 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
RD067 Aimorés	● 0,004	● 0,004	● 0,0375	● 0,005	● 0,0099	● 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

Cromo Total	MÁXIMOS					MEDIANAS					MÍNIMOS				
	(mg/L) Limite DN 1/08: 0,05	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2017	2016	2018
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	● 0,04	● 0,04	● 0,04	● 0,04	s/ dados	● 0,04	● 0,04	● 0,04	● 0,04	s/ dados	● 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
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
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
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
RD035 Ipatinga	● 0,04	● 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
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
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
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
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
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
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
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
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

● 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

Mercúrio total	MÁXIMOS					MEDIANAS					MÍNIMOS				
	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2017	2016	2018	2019 (1º sem)
(µg/L) Limite DN 1/08: 0,2															
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	0,2	0,2	0,2	0,2	s/ dados	0,2	0,2	0,2	0,2	s/ dados	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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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

● Valor menor que o limite

● Valor até 2x o limite

● Valor até 4x o limite

● valor acima de 4x o limite

Níquel total	MÁXIMOS					MEDIANAS					MÍNIMOS				
	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2017	2016	2018	2019 (1º sem)
(mg/L) Limite DN 1/08: 0,025															
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	0,008	0,007	0,006	0,006	s/ dados	0,005	0,004	0,004	0,004	s/ dados	0,004	0,004	0,004	0,004
RD071 Rio do Carmo	0,011	0,004	0,006	0,005	0,008	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	0,004	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	0,004	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	0,004	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	0,004	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	0,004	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	0,004	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	0,004	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	0,004	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	0,004	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	0,004	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	0,004	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	0,004	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

Zinco Total	MÁXIMOS					MEDIANAS					MÍNIMOS				
	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018	2019 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2017	2016	2018	2019 (1º sem)
(mg/L) Limite DN 1/08: 0,18															
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	0,02	0,02	0,364	0,0416	s/ dados	0,02	0,02	0,02	0,02	s/ dados	0,02	0,02	0,02	0,02
RD071 Rio do Carmo	0,0597	0,4398	0,02	0,0249	0,0422	0,02	0,0252	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	0,02	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	0,0213	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
RD023 Marliéria	0,0631	0,0416	0,0445	0,0301	0,02	0,023	0,0224	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
RD035 Ipatinga	0,071	0,0916	0,064	0,2777	0,0755	0,0269	0,034	0,0258	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
RD033 Belo Oriente	0,0679	0,0471	0,1341	0,0479	0,0245	0,0237	0,0286	0,0352	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
RD083 Periquito	0,0307	0,0557	0,0488	0,0859	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	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	0,0218	0,02	0,02	0,02	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	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
RD053 Tumiritinga	0,1834	0,2956	0,1327	0,0227	0,0712	0,0215	0,02	0,02	0,02	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	0,0247	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
RD059 Resplendor	0,0987	0,1378	0,0334	0,0647	0,02	0,0316	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
RD067 Aimorés	0,0861	0,0857	0,0396	0,1196	0,2084	0,0254	0,02	0,02	0,02	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