

ENCARTE ESPECIAL

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

*2015/2018*

*Belo Horizonte 2018*



**Governo do Estado de Minas Gerais**  
**Sistema Estadual de Meio Ambiente**  
*Instituto Mineiro de Gestão das Águas*  
*Gerência de Monitoramento de Qualidade das Águas*

**ENCARTE ESPECIAL SOBRE A QUALIDADE DAS  
ÁGUAS DO RIO DOCE APÓS 3 ANOS DO  
ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO  
2015-2018**

Belo Horizonte

2018

---

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

---

**Secretário**

Germano Luiz Gomes Vieira

**Secretário Adjunto**

Anderson Silva de Aguiar

---

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

---

**Diretora Geral**

Marília Carvalho de Melo

**Diretor de Operações e Eventos Críticos**

Heitor Soares Moreira

**Gerente de Monitoramento de Qualidade das Águas**

Katiane Cristina de Brito Almeida

## **REALIZAÇÃO:**

---

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

---

### **Diretor de Operações e Eventos Críticos**

Heitor Soares Moreira

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

Katiane Cristina de Brito Almeida

### **Equipe Técnica**

Carolina Cristiane Pinto, Engenheira Química

Mariana Elissa Vieira de Souza, Geógrafa

Matheus Duarte Santos, Geógrafo

Regina Márcia Pimenta Assunção, Bióloga

Sérgio Pimenta Costa, Biólogo

Sthephanny Walery Pereira Morais, graduanda em Engenharia Ambiental

Vanessa Kelly Saraiva, Química

Foto Capa: Ibama

I59e Instituto Mineiro de Gestão das Águas.  
Encarte especial sobre a qualidade das águas do Rio Doce  
após 3 anos do rompimento da Barragem de Fundão: 2015-2018. /  
Instituto Mineiro de Gestão das Águas.--- BeloHorizonte,  
Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2018.  
64p. :il.

1.Qualidade da água. 2.Bacia Hidrográfica do  
Rio Doce. 3.Monitoramento ambiental. I. Título

CDU: 556.18



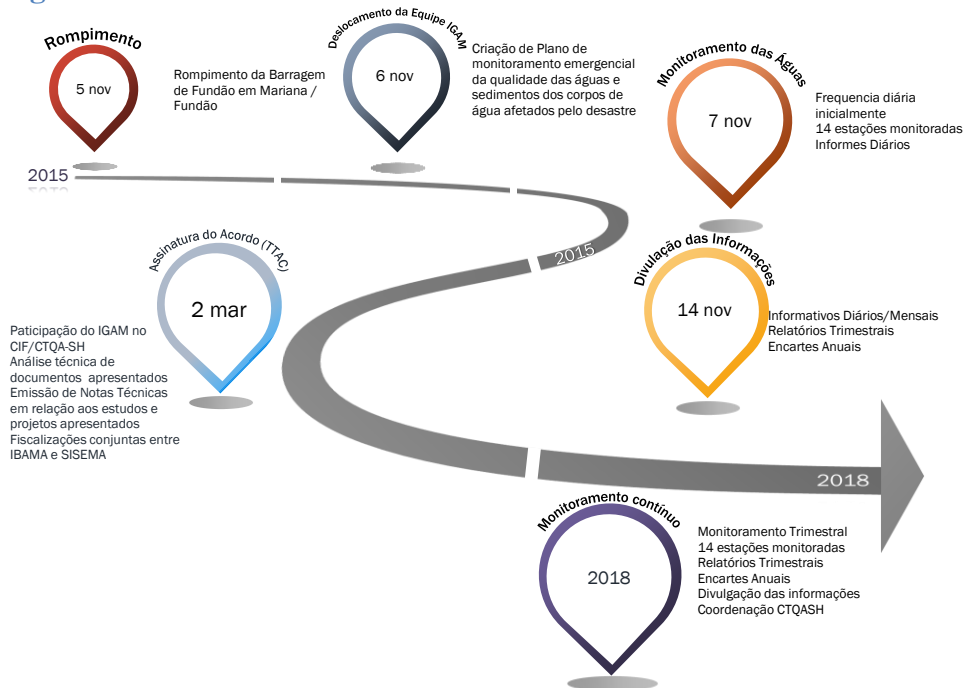
## SUMÁRIO

<b>1. Histórico do Monitoramento Especial do rio Doce .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Padrões de Qualidade de Água .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Análise da Qualidade da água do Rio Doce após o período de três anos do rompimento de barragem da Samarco.....</b>	<b>4</b>
3.1. Discussão dos resultados .....	6
3.1.1. Águas Superficiais.....	6
Turbidez.....	6
Sólidos em suspensão totais .....	10
Condutividade elétrica <i>in loco</i> .....	14
Ferro dissolvido .....	17
Manganês total.....	21
Arsênio total e demais metais.....	25
3.1.2 Metais e Arsênio em Sedimentos .....	39
<b>4. Considerações Finais .....</b>	<b>47</b>
<b>5. Informações adicionais.....</b>	<b>49</b>
5.1. Atuação do Instituto Mineiro de Gestão das Águas.....	49
5.2. Programa de Monitoramento Quali-qualitativo da Água e Sedimentos no Rio Doce e Zona Costeira – PMQQS.....	50

## 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. 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 do rompimento da barragem de Fundão.**



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. 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.

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,

## INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

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

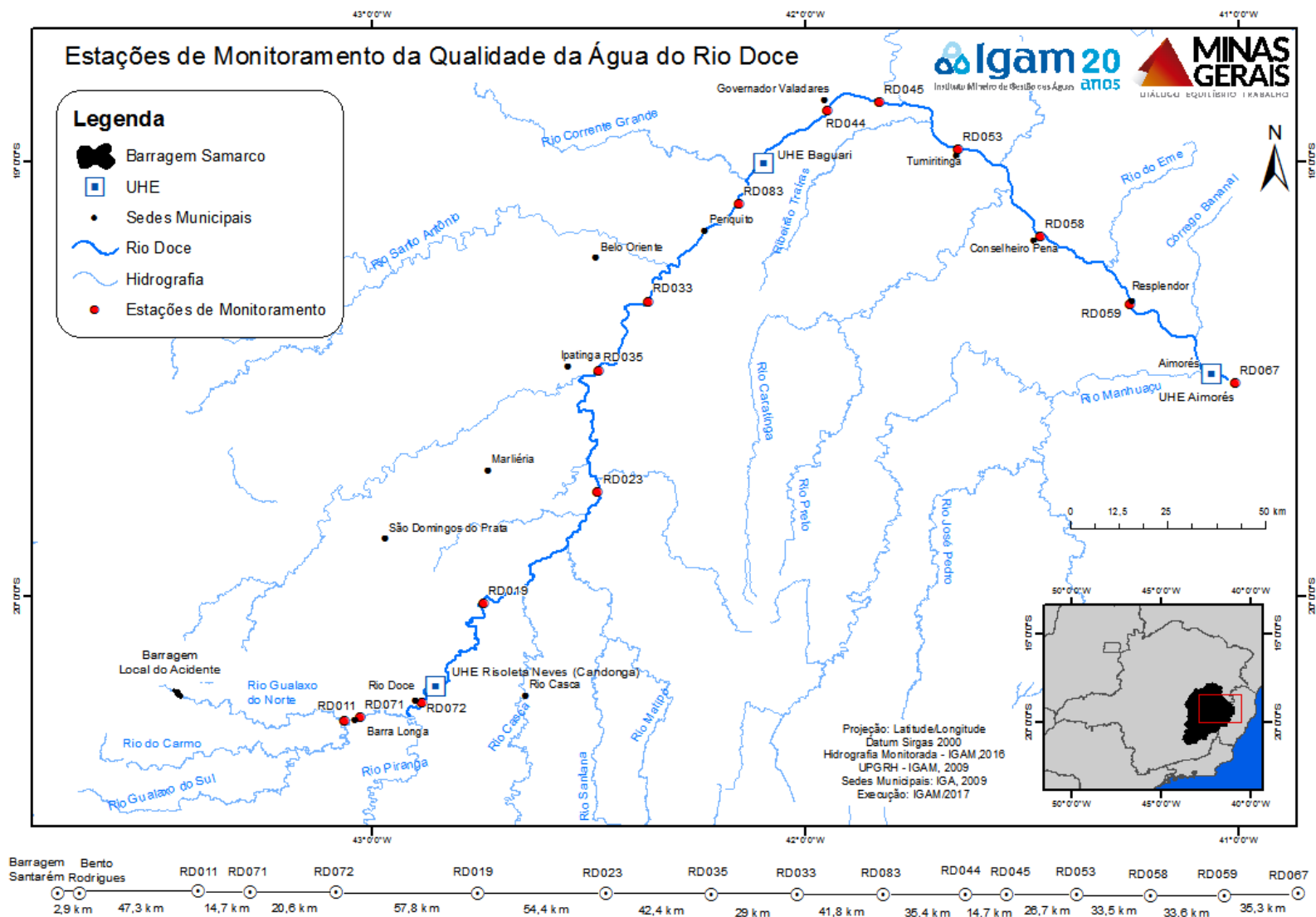
Na Tabela 1 são apresentadas as estações de amostragem do monitoramento especial. A localização geográfica dessas estações de monitoramento, bem como a distância, em km, entre elas pode ser visualizada no mapa da Figura 2.

**Tabela 1: Descrição das estações de monitoramento avaliadas no rio Doce.**

Estações	Município	Descrição	Latitude (S)	Longitude (W)
RD011	Barra Longa	Rio Gualaxo do Norte próximo de sua foz no rio do Carmo, município de Barra Longa	20° 17' 9,81"	43° 3' 57,02"
RD071	Barra Longa	Rio do Carmo em Barra Longa	20° 16' 58,0"	43° 01' 56,00"
RD072	Rio Doce	Rio Doce no município de Rio Doce	19° 14' 51,00"	42° 53' 07,00"
RD019	Rio 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"

# INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Figura 2: Localização geográfica das estações de monitoramento especial do rio Doce.



## 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 (...)*”. Sendo assim, as **águas do rio Doce são consideradas Classe 2**.

## 3. Análise da Qualidade da água do Rio Doce após o período de três anos do rompimento de barragem da Samarco

O objetivo deste encarte é apresentar a evolução da qualidade das águas no rio Doce, decorridos três 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 dois anos e meio de monitoramento da qualidade das águas, dividiram-se os dados em quatro 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 30/06/2018;

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, conforme tabela abaixo:







# INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

**Tabela 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

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 I). 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. Toda essa explicação é ilustrada pela Tabela 3, abaixo.

**Tabela 3: sinalização e significado dos valores expressos nas tabelas do Anexo I.**

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

## 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 2017 a junho de 2018), 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 e terceiro anos após o rompimento da barragem de Fundão nas águas do rio Doce, sendo que no terceiro ano foram contemplados os resultados do 1º semestre de 2018.

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

#### **Turbidez**

Na Figura 3 é apresentada a análise estatística dos resultados de turbidez no período pré rompimento, no primeiro e segundo anos após o rompimento da barragem de Fundão e o 1º semestre de 2018, 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 no ano seguinte, em 2017. 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 e 53,0 NTU em 2017. Já em 2018, o que se observa é um aumento, tanto no período seco, quanto no período chuvoso. Registrou-se uma pequena elevação considerando os 6 primeiros meses, passando a registrar mediana de 66,8 NTU.

De acordo com a Diretoria de Gestão da Bacia do Rio Doce da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad), na região de Barra Longa houve uma série de obras para a retirada de constrições presentes no leito do rio do Carmo a fim de evitar possíveis alagamentos no período chuvoso, o que pode ter gerado mudanças na qualidade da água. Além disso, após o período chuvoso, a Fundação

## INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

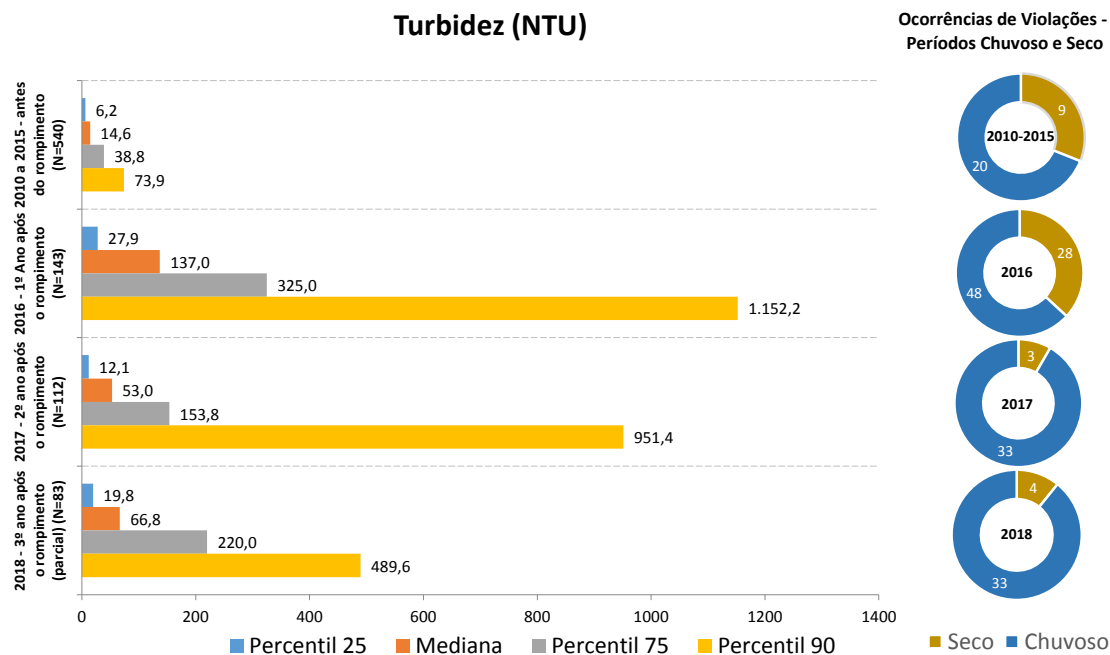
Renova realizou uma série de ações de manutenção das obras de bioengenharia executadas nas margens, que podem ter gerado também a alteração da turbidez.

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 396 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 pelo menos 50% dos dados em 2016 e em torno de 25% em 2017 e 2018. Ao avaliar os resultados no ano de 2016 (jan/16 a dez/16), primeiro ano após o rompimento, observa-se uma piora expressiva (50% dos resultados estiveram acima de 137 NTU), indicando violação em mais de 50% dos resultados. Dos 143 resultados de turbidez obtidos no ano de 2016, 76 estiveram acima do limite de classe, sendo que 48 registraram violação no período chuvoso e 28 na estação seca. No segundo ano após o rompimento (jan/17 a dez/17), observou-se uma queda nos valores de turbidez (50% dos resultados estiveram acima de 53,0 NTU). Ao avaliar o número de violações observa-se que das 112 análises realizadas no ano de 2017, 36 apresentaram violação do limite de classe, sendo 33 violações na estação chuvosa e 3 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.

Já no terceiro ano após o rompimento (1º semestre de 2018), registrou-se uma pequena elevação considerando os 6 primeiros meses, com mais de 25% dos resultados acima de 220,0 NTU e mediana de 66,8 NTU. Ao avaliar o número de violações observa-se que das 83 análises realizadas no 1º semestre de 2018, 37 apresentaram violação do limite de classe, sendo 33 violações na estação chuvosa e 4 na seca. A piora no 1º trimestre de 2018 pode ser explicada pelo comportamento sazonal dos resultados, uma vez que a grande maioria das violações foi registrada no período chuvoso, conforme esperado, para os períodos avaliados. Na região de Barra Longa, soma-se o fato de terem ocorrido diversas ações e obras pela Fundação Renova após o período chuvoso que podem ter gerado mudanças na qualidade da água, como a alteração da turbidez.

**Figura 1: Análise estatística dos resultados de turbidez no período pré rompimento e nos dois anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce.**



Nas Figuras 4 a 7 são apresentadas as análises estatísticas dos resultados de turbidez no período pré rompimento, no primeiro e segundo anos após o rompimento da barragem de Fundão e o 1º semestre de 2018, 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 NTU em 2016 para 216 NTU em 2018.

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 se manteve nos três últimos anos, indicando uma permanência das condições após o rompimento da barragem.

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

# INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Figura 4: Análise estatística dos resultados de turbidez no período pré rompimento e nos dois anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 1.

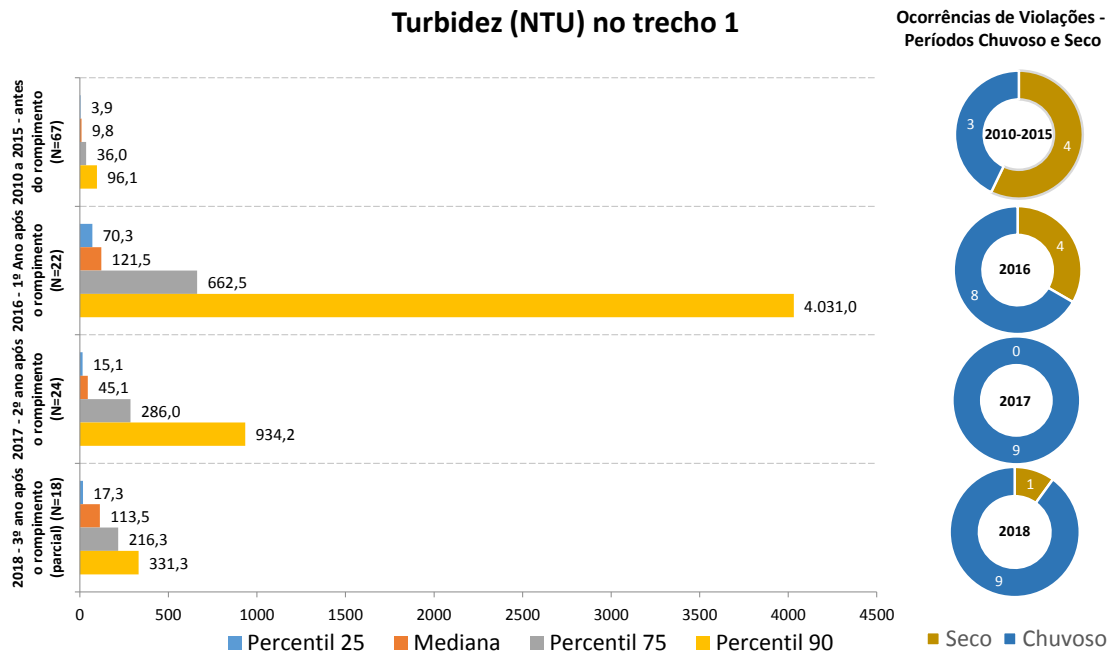
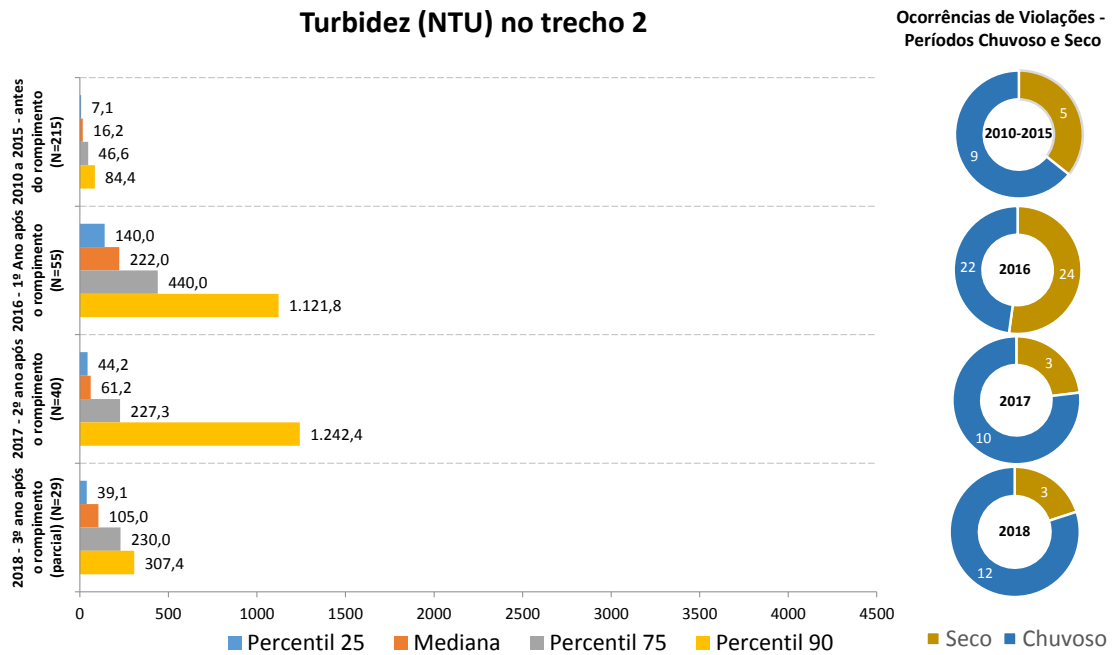


Figura 5: Análise estatística dos resultados de turbidez no período pré rompimento e nos dois anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 2.





# INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Figura 6: Análise estatística dos resultados de turbidez no período pré rompimento e nos dois anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 3.

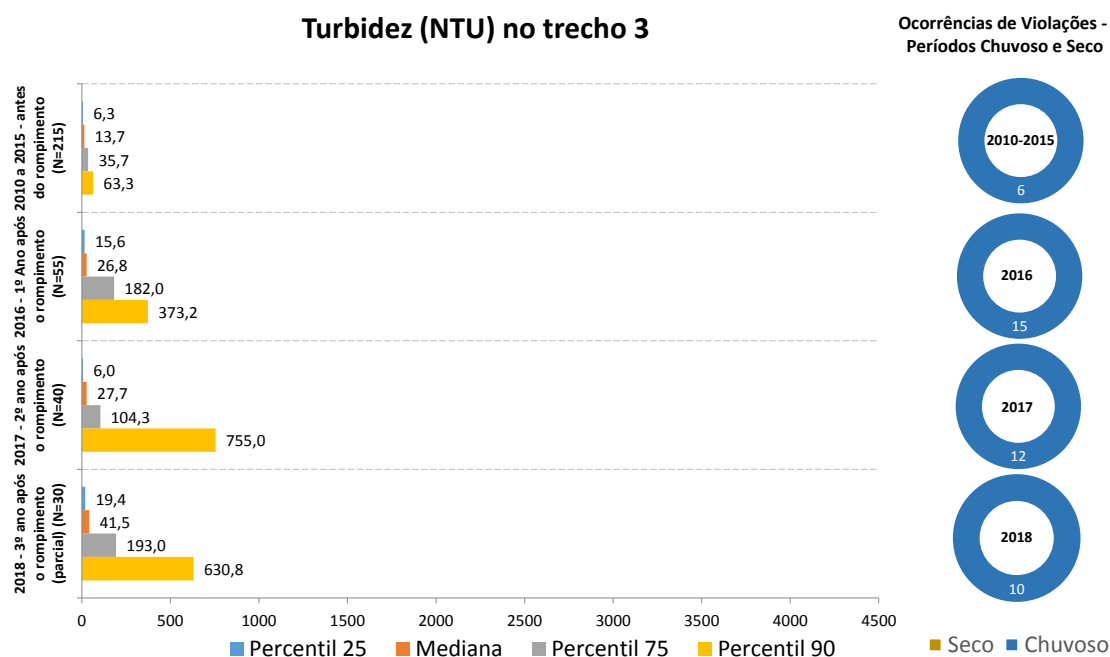
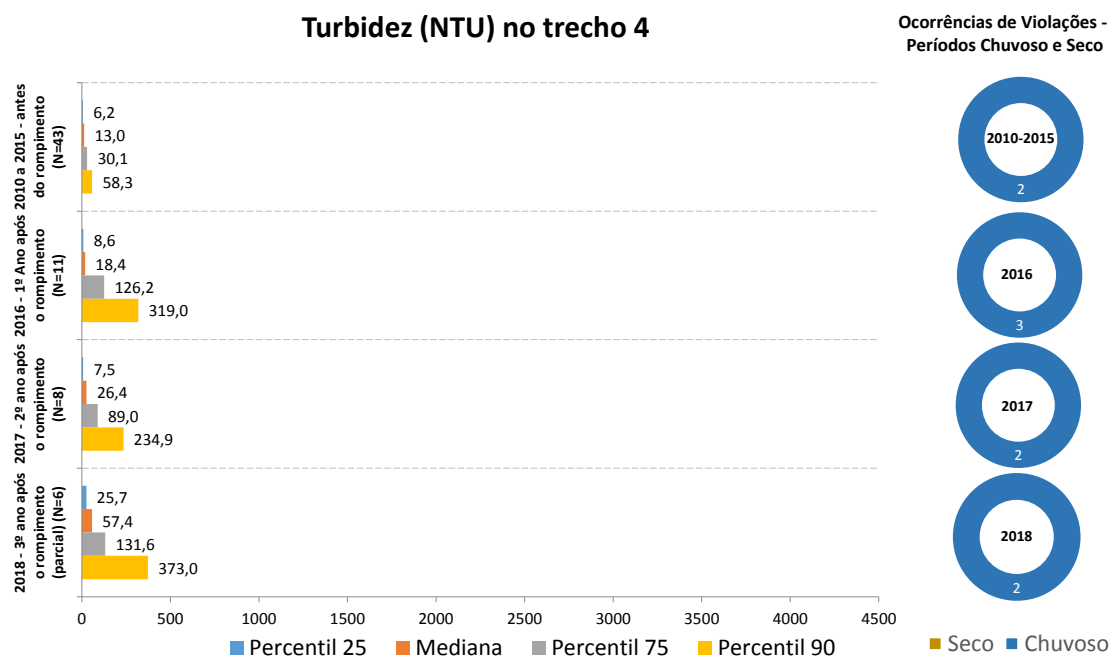


Figura 7: Análise estatística dos resultados de turbidez no período pré rompimento e nos dois anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão no trecho 4.



## Sólidos em suspensão totais

Na Figura 8 é apresentada a análise estatística dos resultados de sólidos em suspensão totais no período pré rompimento, no primeiro e segundo anos após o rompimento da barragem de Fundão e o 1º semestre de 2018, 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

## INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

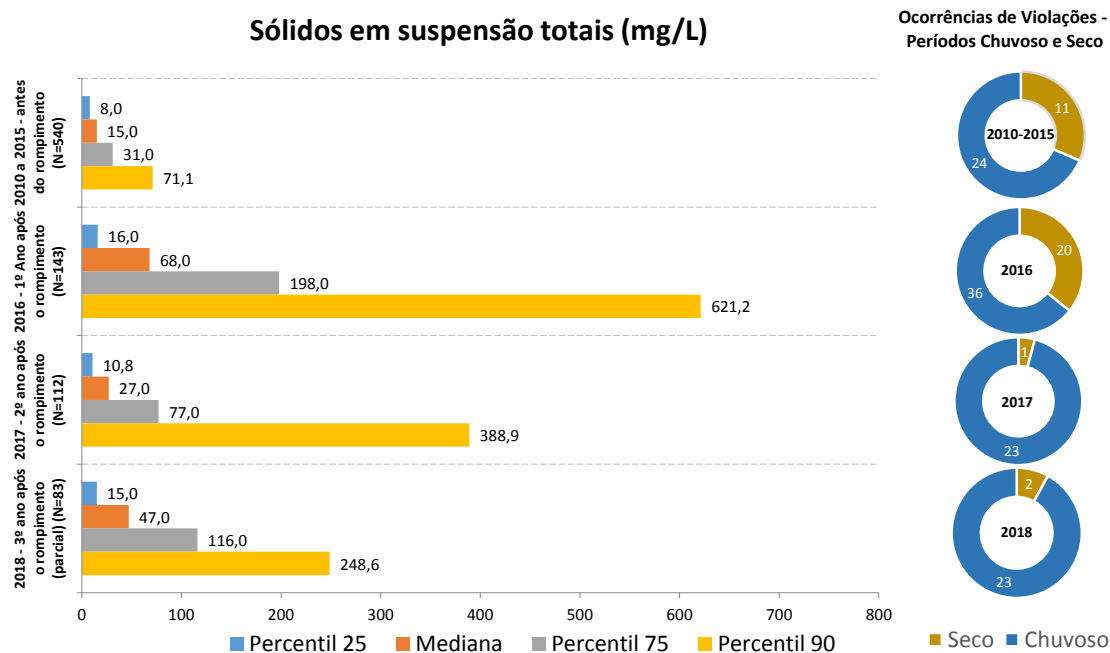
turbidez: piora expressiva no 1º ano após o rompimento e uma redução, principalmente em 2017. Esse fato pode ser confirmado ao comparar os valores de mediana: 15,0 mg/L no pré-rompimento, 68,0 mg/L no 1º ano após o rompimento e 27,0 mg/L em 2017. Já em 2018, registra-se uma elevação considerando os 6 primeiros meses, passando a registrar mediana de 47,0 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 (1º semestre de 2018), registrou-se uma pequena elevação considerando os 6 primeiros meses, com mais de 25% dos resultados acima de 100,0 mg/L e mediana de 47,0 mg/L. Ao avaliar o número de violações observa-se que das 83 análises realizadas no 1º semestre de 2018, 25 apresentaram violação do limite de classe, sendo 23 violações na estação chuvosa e 2 na seca.

Assim como para os resultados de turbidez, o aumento no 1º trimestre de 2018 pode ser explicado pelo comportamento sazonal dos resultados. Ademais, na região de Barra Longa, as diversas ações e obras executadas pela Fundação Renova, após o período chuvoso, podem ter provocado alterações nos sólidos em suspensão totais.

**Figura 8: Análise estatística dos resultados de sólidos em suspensão totais no período pré rompimento e nos dois anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce.**



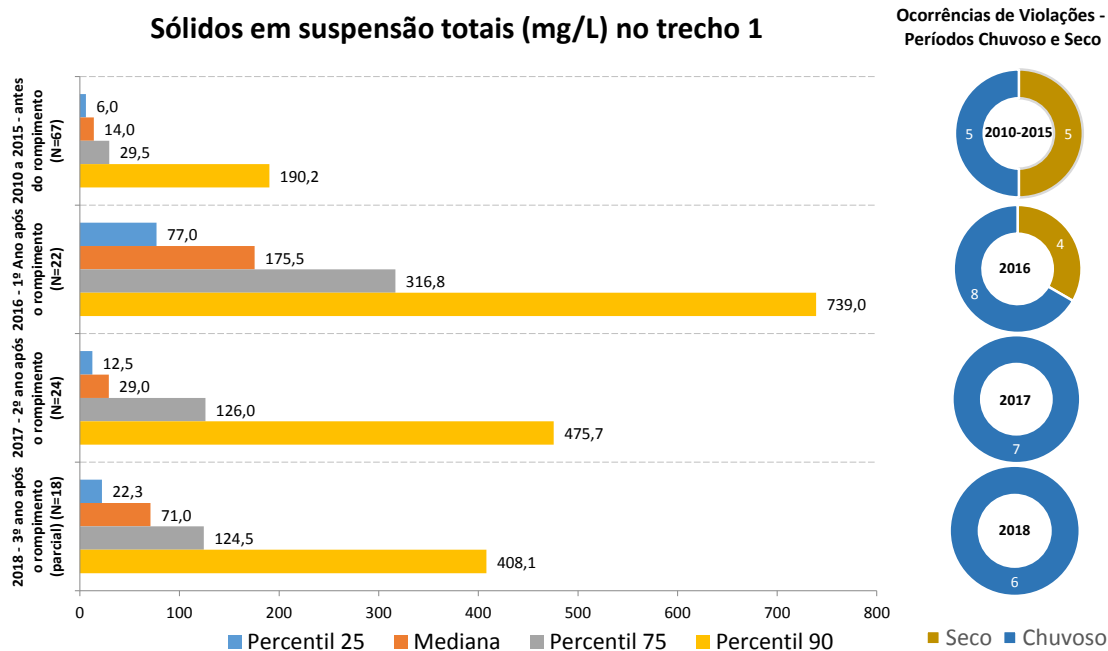
Nas Figuras 9 a 12 é apresentada a análise estatística dos resultados de sólidos em suspensão totais no período pré rompimento, no primeiro e segundo anos após o rompimento da barragem de Fundão e o 1º semestre de 2018, separados pelos trechos 1, 2, 3 e 4. Na comparação entre os quatro trechos observa-se que, assim como o observado para turbidez, o 1º trecho foi o mais impactado, especialmente 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 entre o 1º e o 2º ano de monitoramento 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 316,8 mg/L em 2016 para 124,5 mg/L em 2018.

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). Sendo que nos trechos 1 e 2 o percentual de valores acima do limite de classe (100 mg/L) permanece em 2018 em torno de 25%.

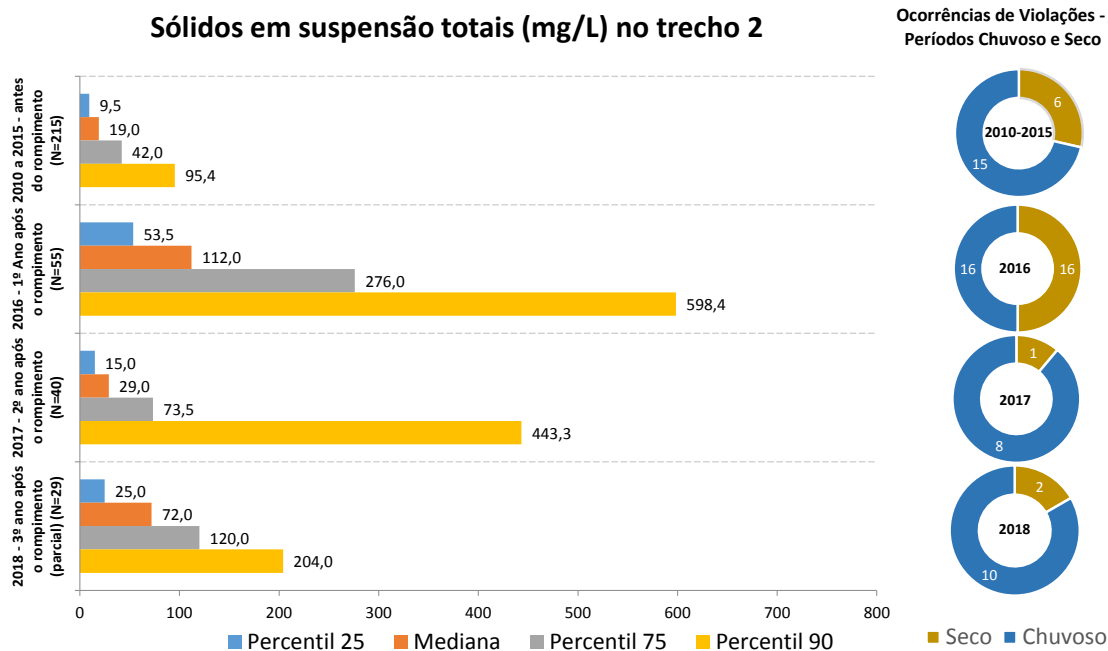
Os resultados de sólidos em suspensão totais corroboram o impacto do rompimento da barragem de Fundão sobre as águas do rio Doce demonstrado pelos resultados de turbidez. Observa-se que mesmo dois anos e meio após o rompimento, os valores são bastante superiores aos que eram obtidos antes do rompimento da barragem de Fundão ao longo dos quatro trechos avaliados. 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.

# INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

**Figura 9: Análise estatística dos resultados de sólidos em suspensão totais no período pré rompimento e nos dois anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 1.**



**Figura 10: Análise estatística dos resultados de sólidos em suspensão totais no período pré rompimento e nos dois anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 2.**



**Figura 11: Análise estatística dos resultados de sólidos em suspensão totais no período pré rompimento e nos dois anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 3.**

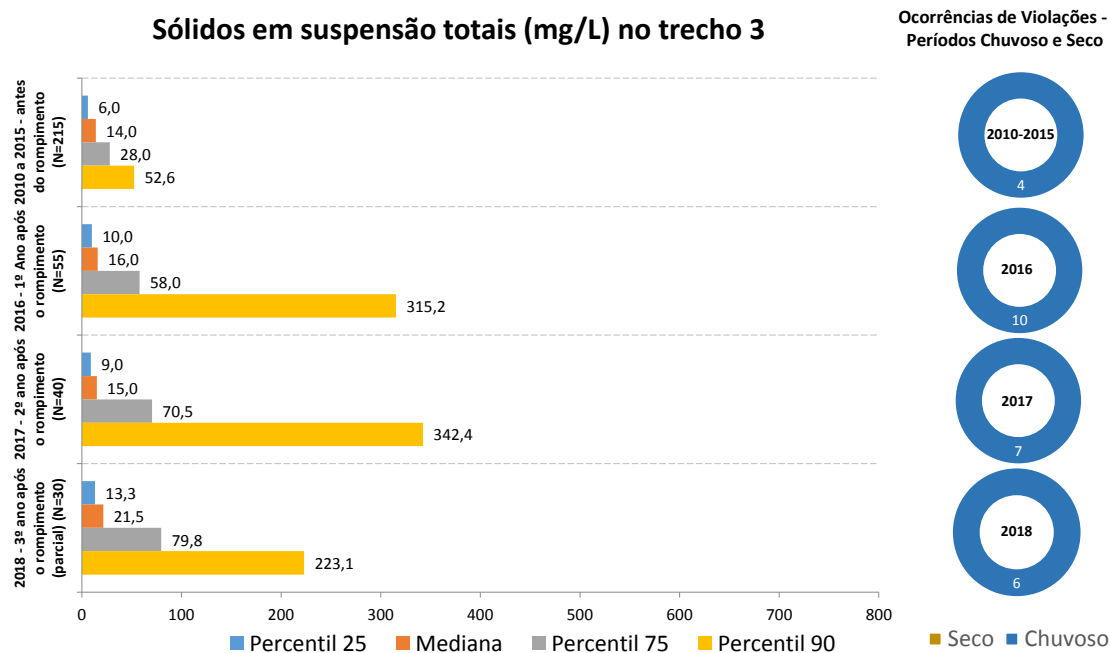
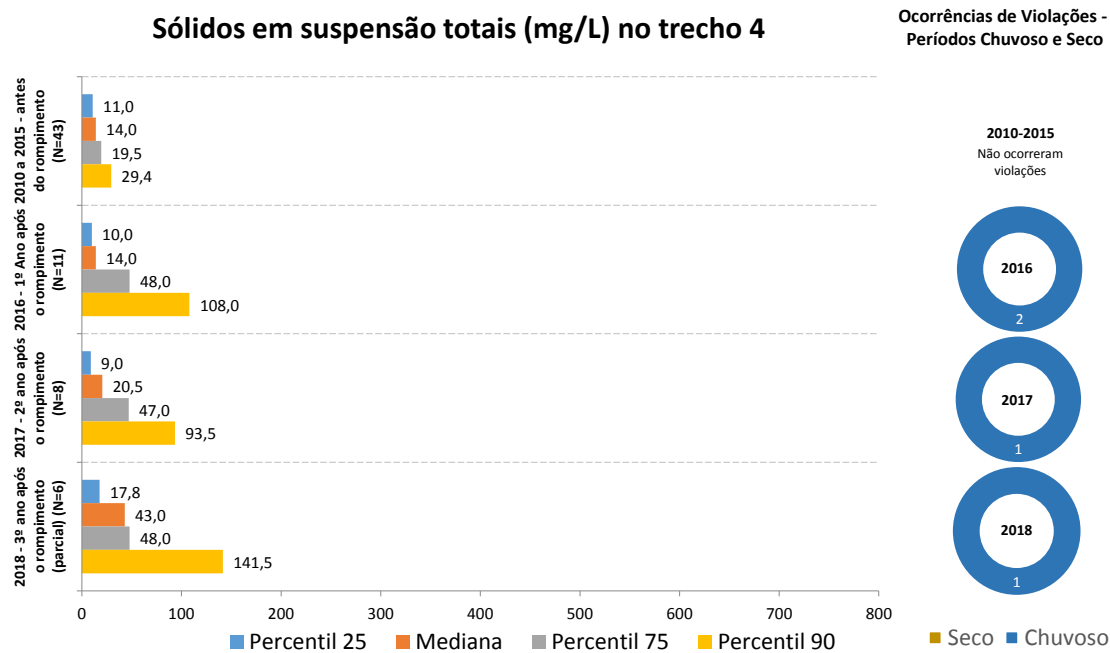


Figura 12: Análise estatística dos resultados de sólidos em suspensão totais no período pré rompimento e nos dois anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 4.



## Condutividade elétrica *in loco*

Na Figura 13 é apresentada a análise estatística dos resultados de condutividade elétrica *in loco* no período pré rompimento, no primeiro e segundo anos após o rompimento da barragem de Fundão e o 1º semestre de 2018, 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

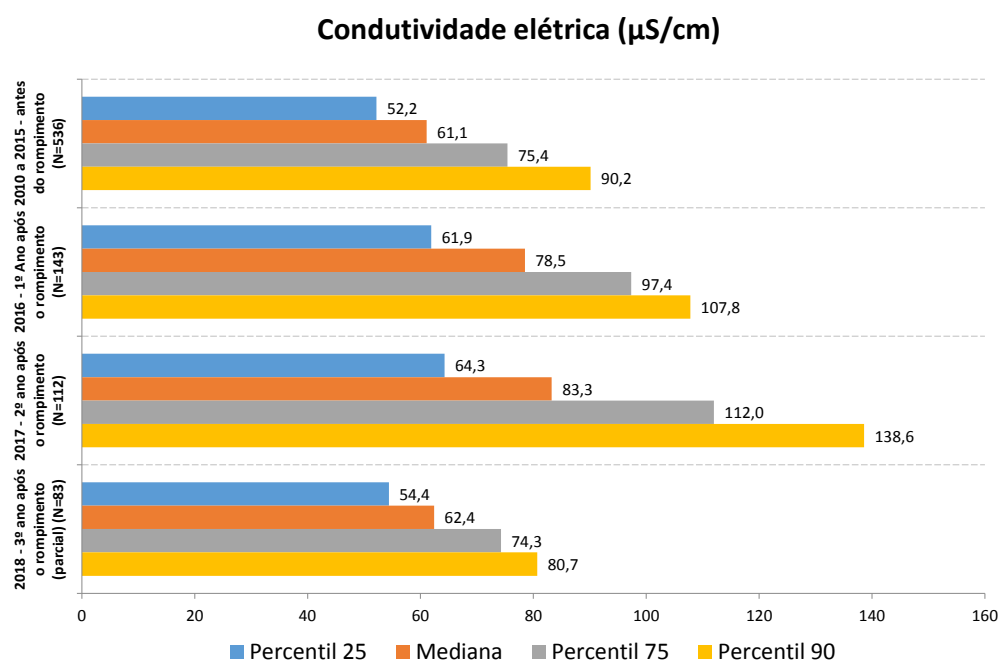


## INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

redução em 2018 considerando os 6 primeiros meses. 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 e 62,4  $\mu\text{S}/\text{cm}$  no 1º semestre de 2018.

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.

**Figura 13: Análise estatística dos resultados de condutividade elétrica *in loco* no período pré rompimento e nos dois anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce.**



Nas Figuras 14 a 17 é apresentada a análise estatística dos resultados de condutividade elétrica *in loco* no período pré rompimento, no primeiro e segundo anos após o rompimento da barragem de Fundão e o 1º semestre de 2018, 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 primeiro semestre de 2018 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 e para 70,2  $\mu\text{S}/\text{cm}$  em 2017, e registra-se uma pequena melhora no 1º semestre de 2018, com o valor de 56,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

# INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Figura 14: Análise estatística dos resultados de condutividade elétrica *in loco* no período pré rompimento e nos dois anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 1.

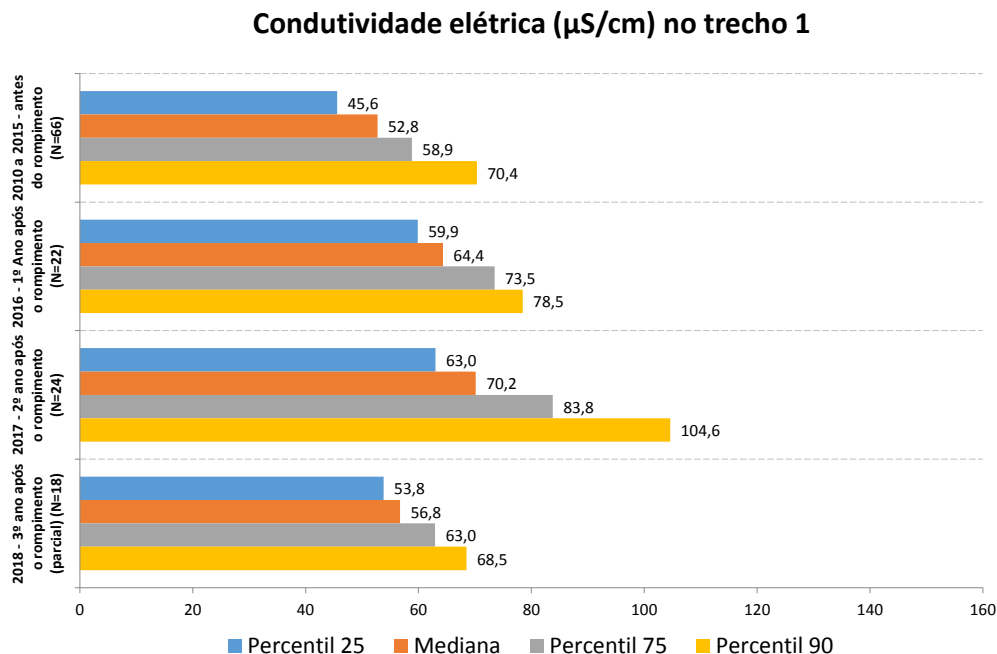
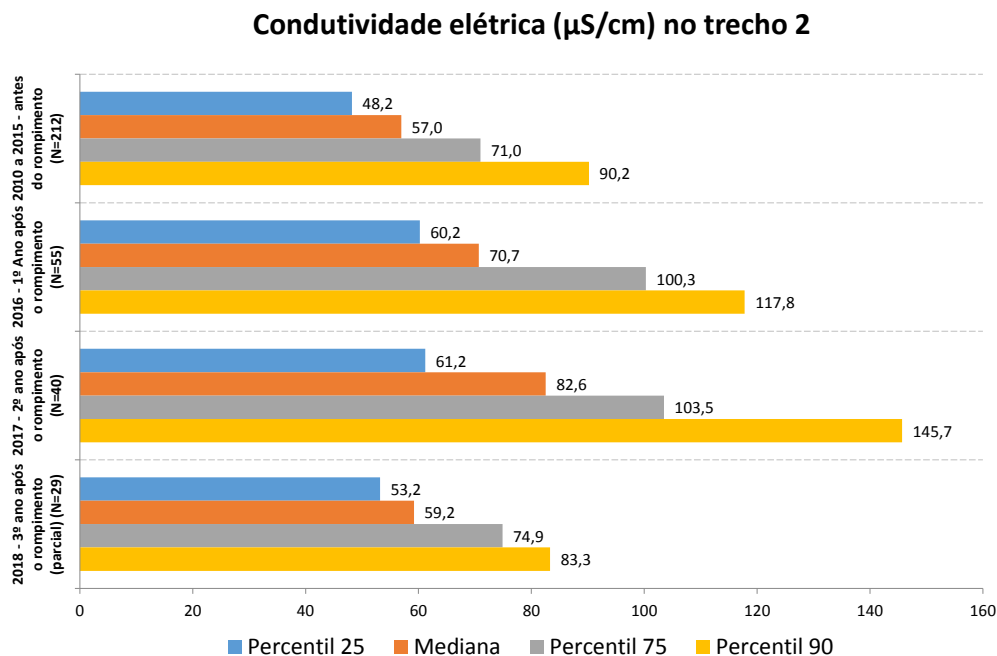


Figura 15: Análise estatística dos resultados de condutividade elétrica *in loco* no período pré rompimento e nos dois anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 2.



# INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Figura 16: Análise estatística dos resultados de condutividade elétrica *in loco* no período pré rompimento e nos dois anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 3.

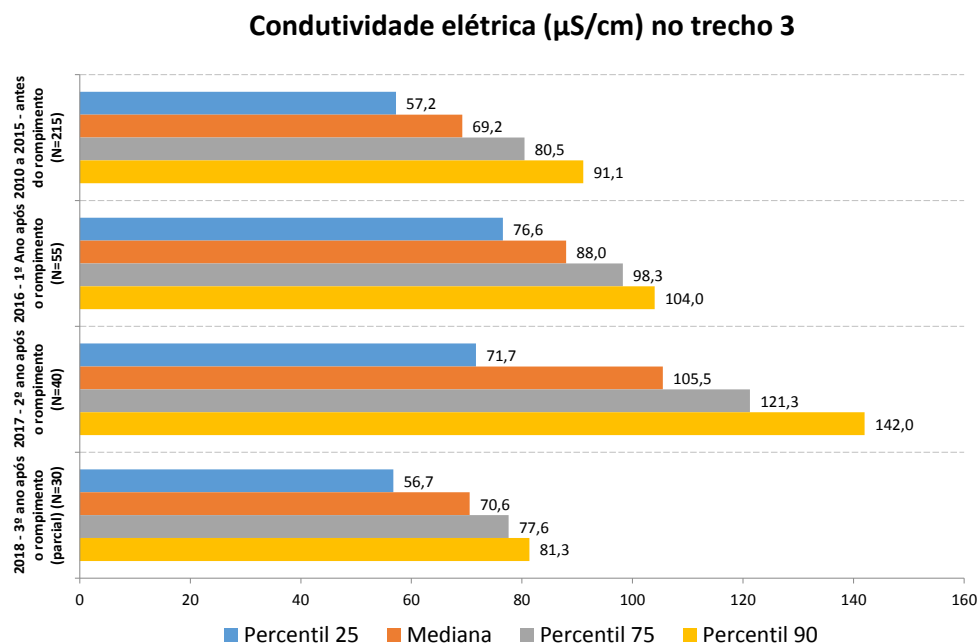
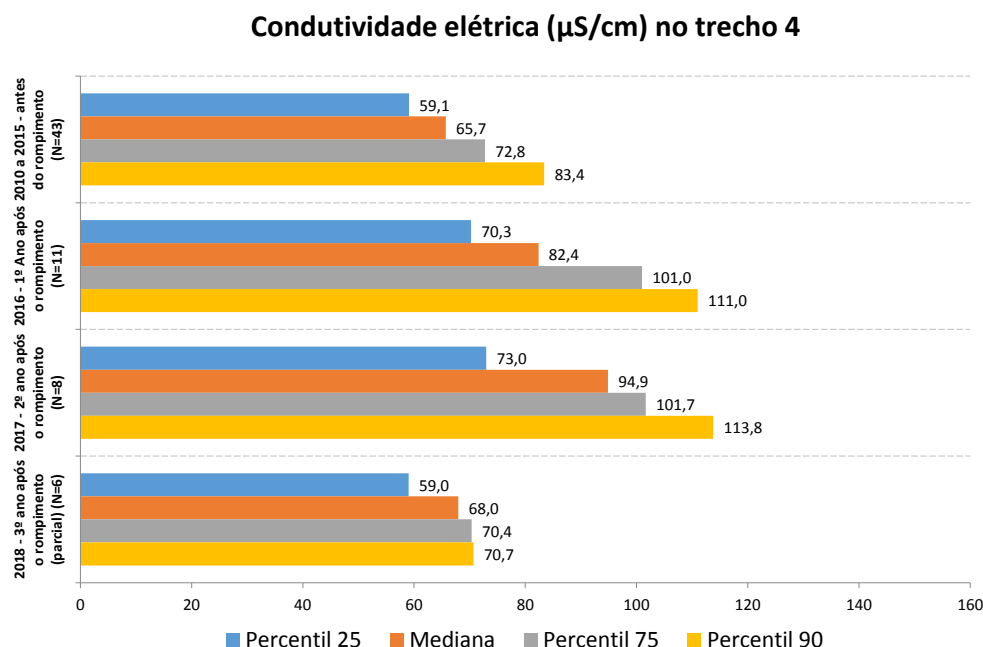


Figura 17: Análise estatística dos resultados de condutividade elétrica *in loco* no período pré rompimento e nos dois anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 4.



## Ferro dissolvido

Na Figura 18 é apresentada a análise estatística dos resultados de ferro dissolvido no período pré-rompimento, no primeiro e segundo anos após o rompimento da barragem de Fundão e o 1º semestre de 2018, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce.

## INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

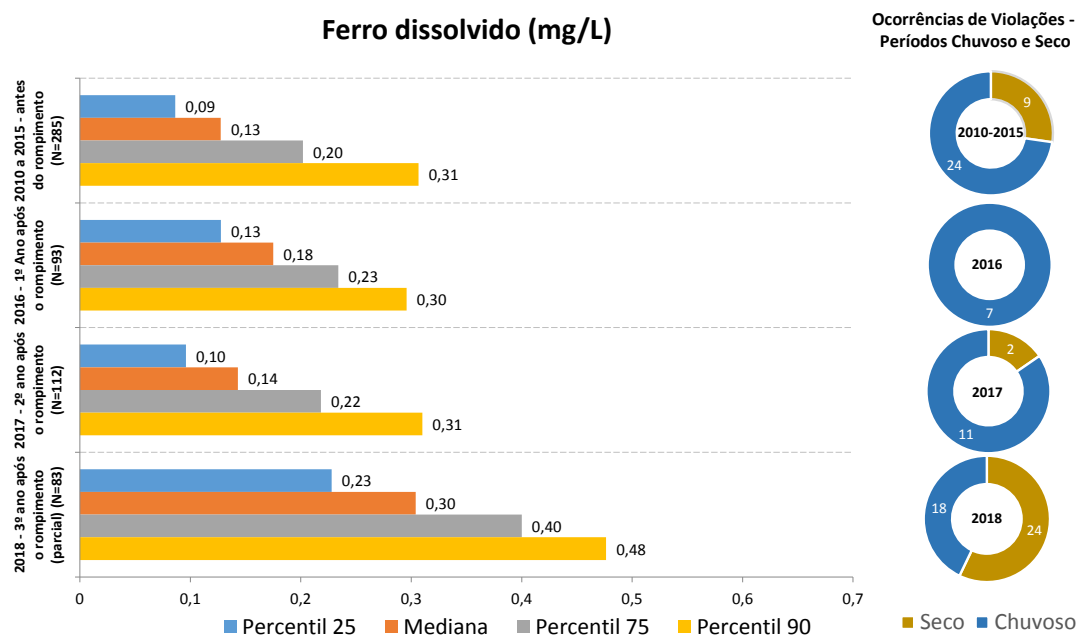
Na comparação entre os períodos, observa-se que os valores de ferro dissolvido sofreram pouca variação na comparação entre a série histórica e os dois anos após o rompimento (2016 e 2017). Registra-se uma pequena elevação no 1º ano logo após o rompimento, na comparação com o período pré-rompimento, uma vez que a mediana sofreu elevação passando de 0,13 mg/L no período pré-rompimento para 0,18 mg/L em 2016. Há que se considerar que as variações dos percentis ocorreram todas na segunda casa decimal, não refletindo, portanto uma elevação dos valores.

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. 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 90% dos resultados estiveram em conformidade com o limite de classe.

Entretanto, no primeiro semestre de 2018 todos os percentis sofreram elevação. Nesse período 50% dos resultados estiveram acima de 0,30 mg/L, indicando violação em mais de 50% dos resultados. Observa-se que das 83 análises realizadas no 1º semestre de 2018, 42 apresentaram violação do limite de classe, sendo 18 violações na estação chuvosa e 24 na seca.

**Figura 18: Análise estatística dos resultados de ferro dissolvido no período pré rompimento e nos dois anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce.**



## INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

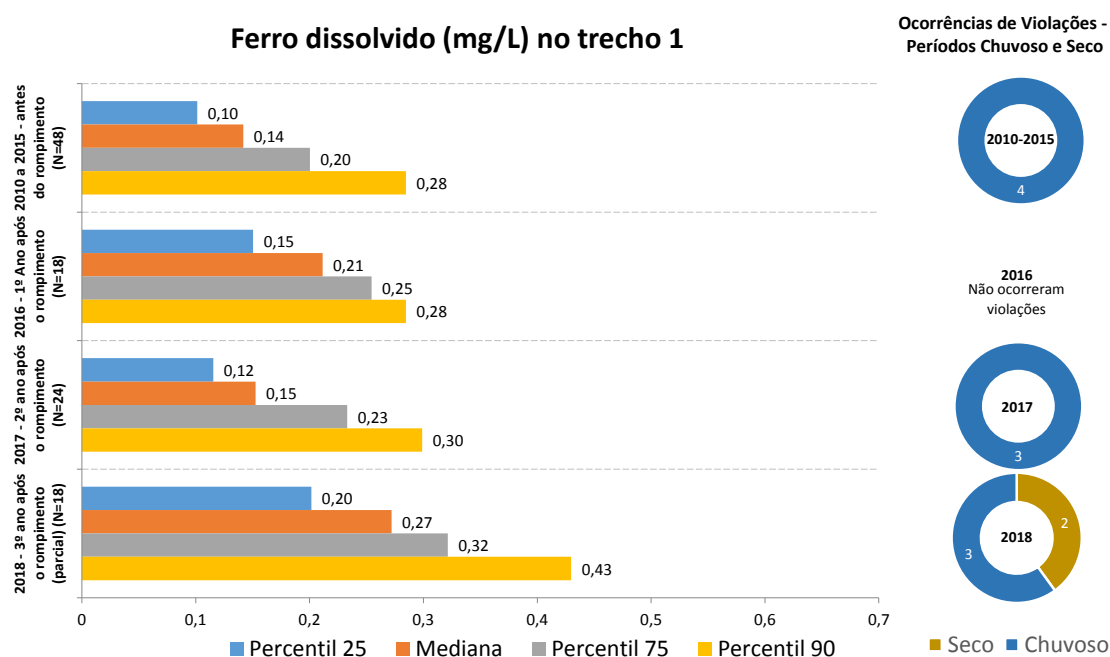
Nas Figuras 19 a 22 é apresentada a análise estatística dos resultados de ferro dissolvido no período pré-rompimento, no primeiro e segundo anos após o rompimento da barragem de Fundão e o 1º semestre de 2018, separados pelos trechos 1, 2, 3 e 4.

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 na segunda casa decimal, não refletindo, portanto uma elevação ou redução dos valores.

Em 2018 praticamente todos os percentis de todos os trechos sofreram elevação. Por exemplo, as medianas dos 4 trechos obtidas no ano de 2018 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 primeiro semestre de 2018 em torno de 25% dos resultados nos 4 trechos avaliados estiveram em desconformidade com o limite de classe.

**Figura 19: Análise estatística dos resultados de ferro dissolvido no período pré rompimento e nos dois anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 1.**





# INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Figura 20: Análise estatística dos resultados de ferro dissolvido no período pré rompimento e nos dois anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 2.

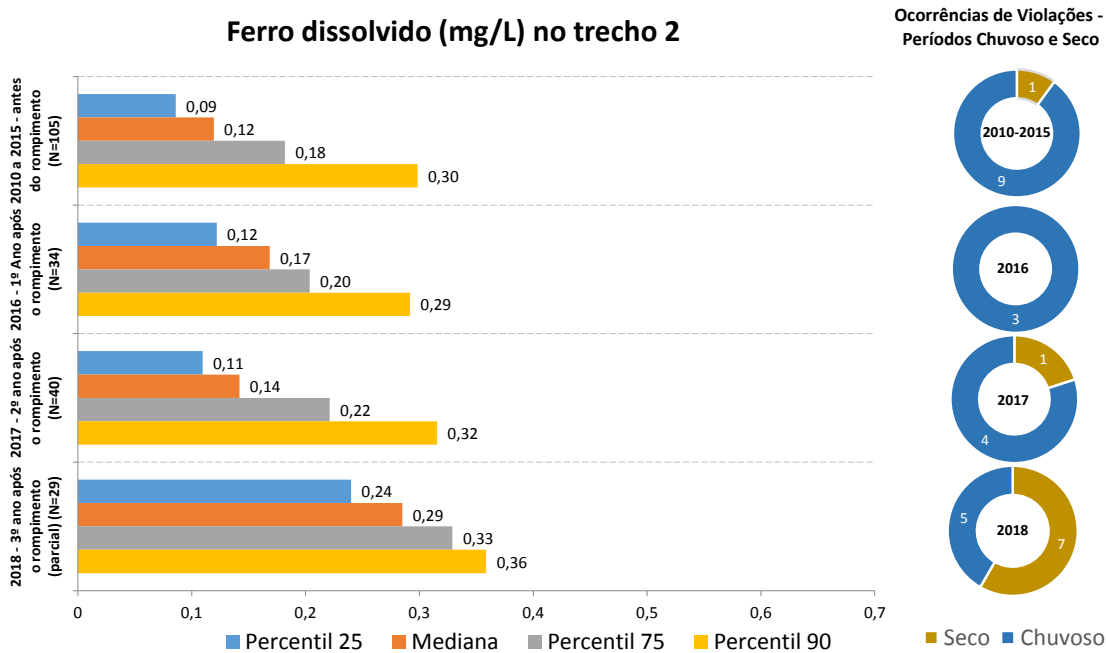
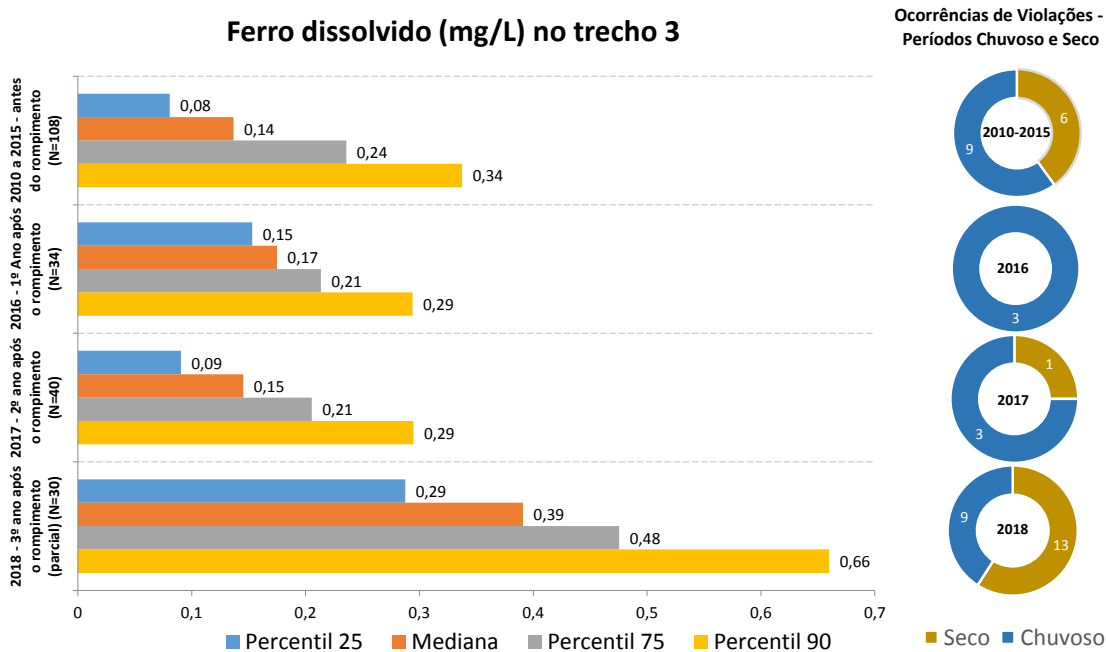
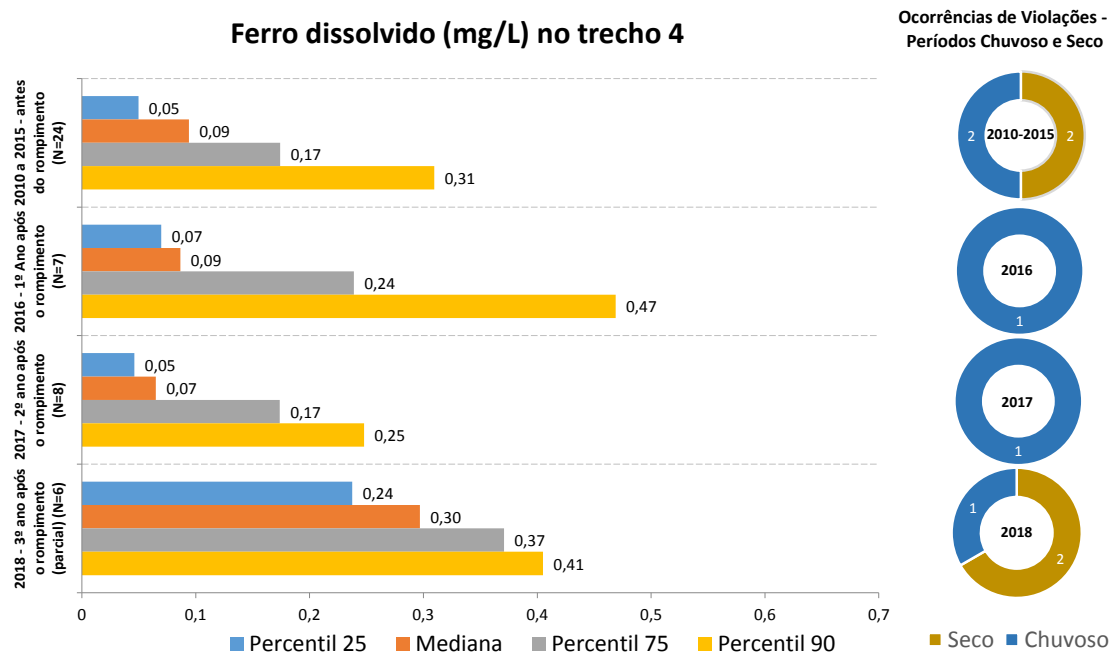


Figura 21: Análise estatística dos resultados de ferro dissolvido no período pré rompimento e nos dois anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 3.



**Figura 22: Análise estatística dos resultados de ferro dissolvido no período pré rompimento e nos dois anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 4.**



## Manganês total

Na Figura 23 é apresentada a análise estatística dos resultados de manganês total no período pré-rompimento, no primeiro e segundo anos após o rompimento da barragem de Fundão e o 1º semestre de 2018, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce.

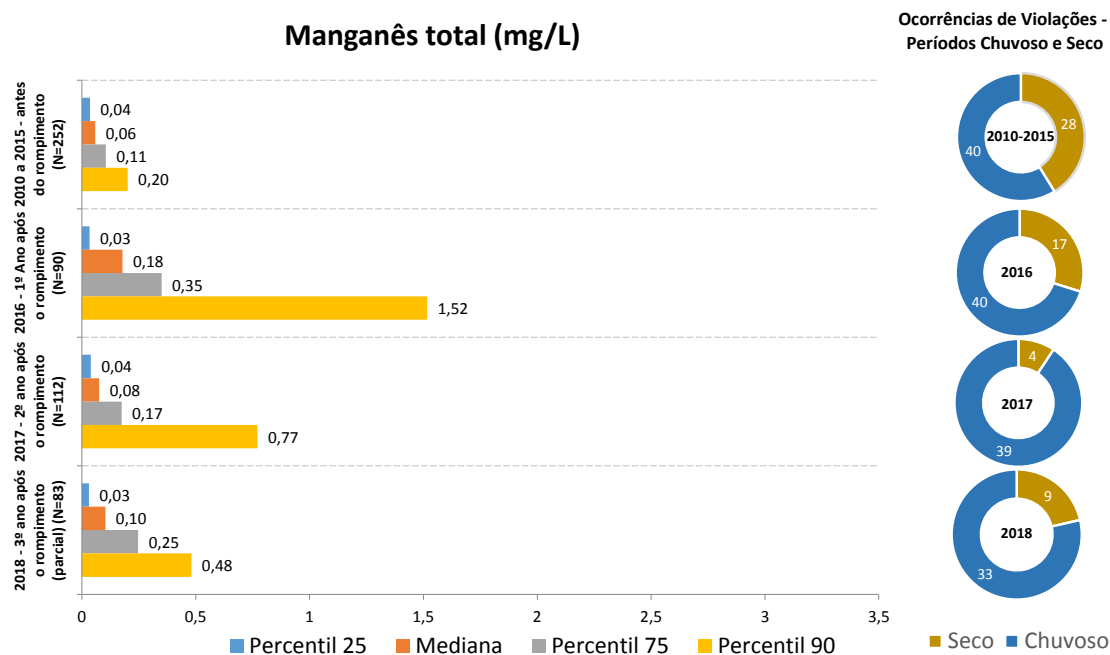
Observou-se um aumento expressivo no 1º ano após o rompimento e uma redução, principalmente em 2017 (Figura 23). Esse fato pode ser confirmado ao comparar os valores de mediana: 0,06 mg/L no pré-rompimento, 0,18 mg/L no 1º ano após o rompimento e 0,08 mg/L em 2017. Já em 2018, registra-se uma pequena elevação considerando os 6 primeiros meses, passando a registrar mediana de 0,10 mg/L (indicando violação em mais de 50% dos resultados).

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) e em torno de 40% dos dados em 2017 (dos 112 resultados de manganês total obtidos, 43 estiveram acima do limite de classe).

O manganês também é um elemento importante na composição do rejeito que extravasou. Além disto, 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. Os resultados de manganês demonstram que mesmo dois anos e meio após o rompimento, os valores ainda permanecem superiores aos que eram obtidos antes do rompimento da barragem de Fundão.

**Figura 23: Análise estatística dos resultados de manganês total no período pré rompimento e nos dois anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce.**



Nas Figuras de 24 a 27 é apresentada a análise estatística dos resultados de manganês total no período pré-rompimento, no primeiro e segundo anos após o rompimento da barragem de Fundão e o 1º semestre de 2018, 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 das medianas de manganês logo após o rompimento da barragem (ano de 2016), no ano seguinte observou-se uma redução (ano de 2017). Contudo, no primeiro semestre de 2018 foi observada uma pequena elevação na comparação com o ano anterior. Esse fato pode ser exemplificado pelas medianas obtidas no trecho 1, onde o valor de 0,088 mg/L da série histórica passou para 0,31 mg/L em 2016, depois reduziu para 0,124 mg/L em 2017 e apresentou uma elevação em 2018, registrando o valor de 0,358 mg/L Mn.

# INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Figura 24: Análise estatística dos resultados de manganês total no período pré rompimento e nos dois anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 1.

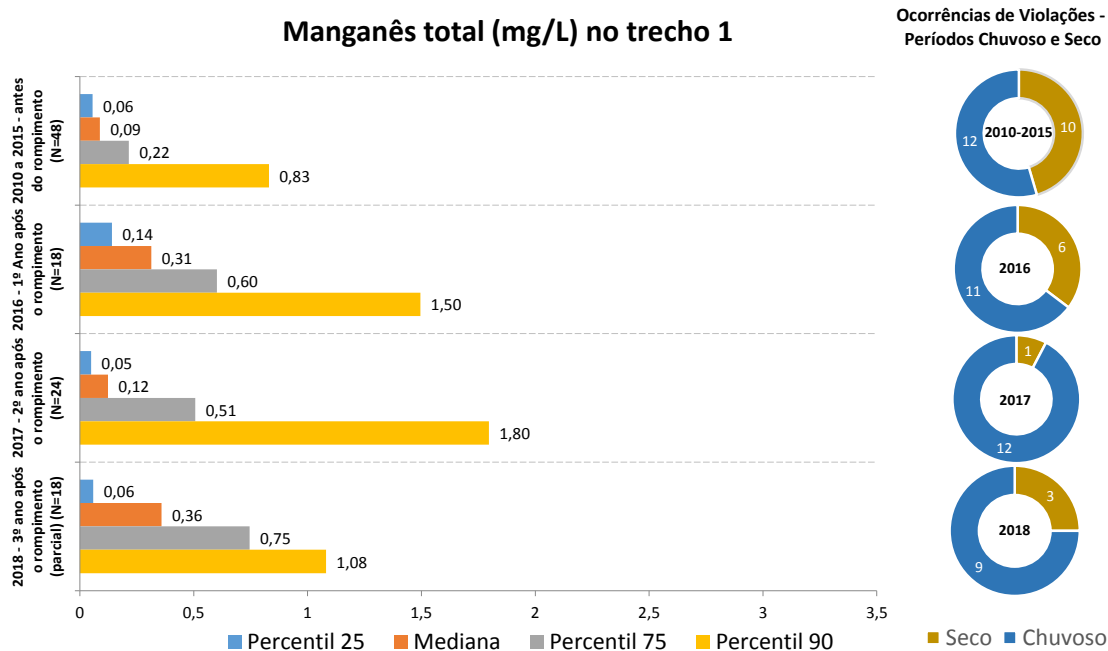
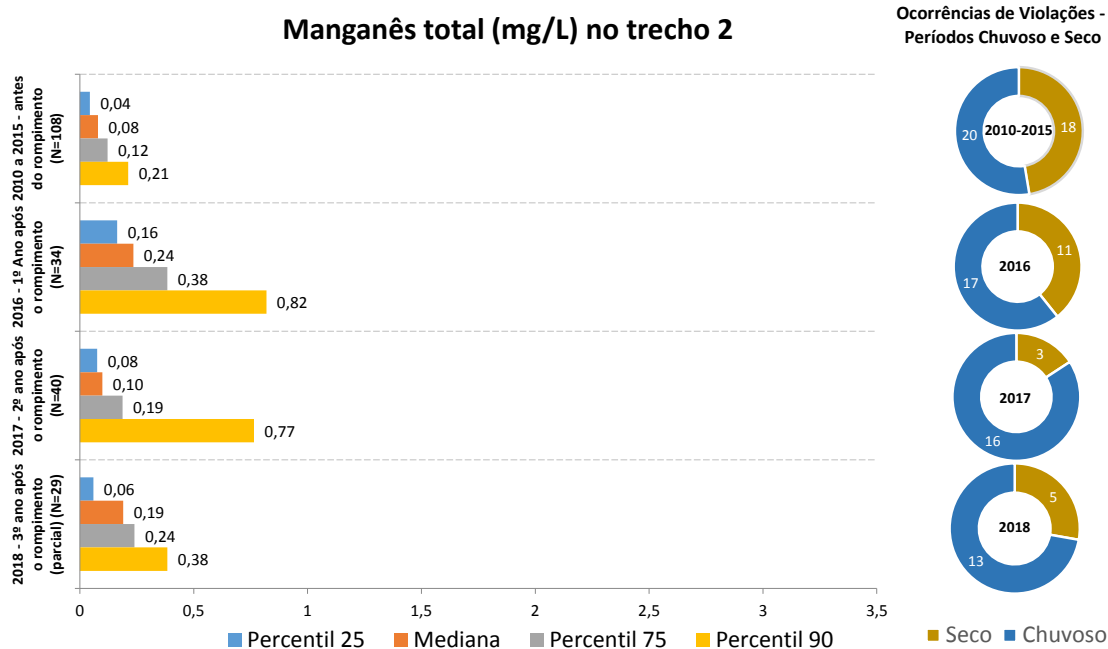


Figura 25: Análise estatística dos resultados de manganês total no período pré rompimento e nos dois anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 2.



# INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Figura 26: Análise estatística dos resultados de manganês total no período pré rompimento e nos dois anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 3.

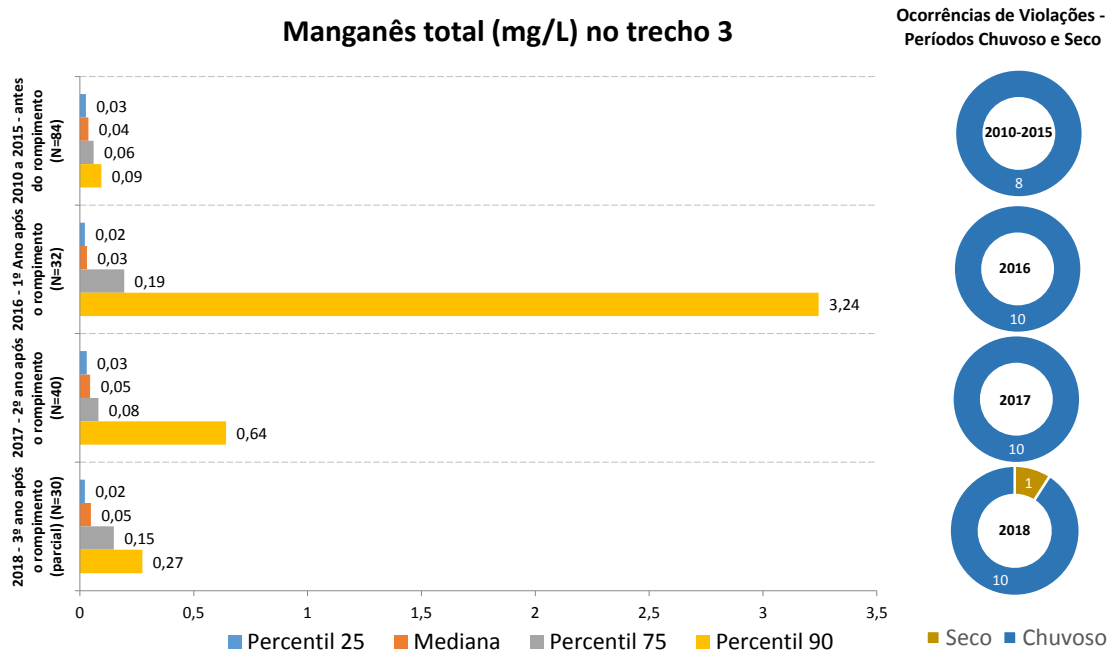
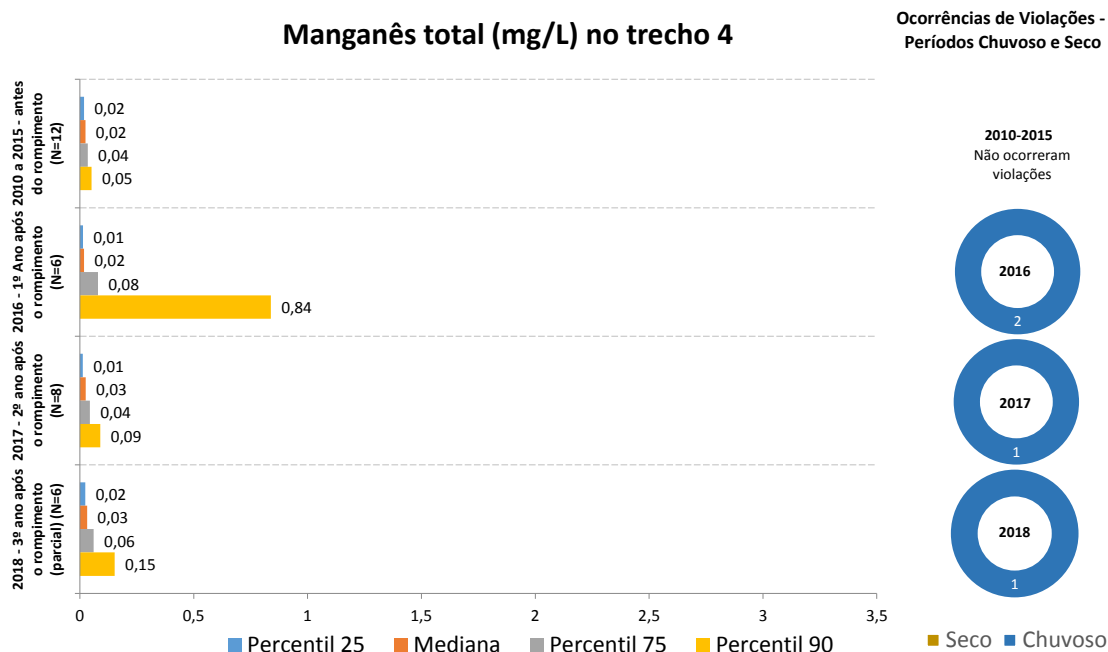


Figura 27: Análise estatística dos resultados de manganês total no período pré rompimento e nos dois anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 4.



## 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 e 1º semestre de 2018.

## Alumínio dissolvido

Na Tabela 4 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> e 1º semestre de 2018.

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 três anos após o rompimento da barragem os valores máximos obtidos em 2018 estão acima do limite de classe e acima do máximo da série histórica do período pré-rompimento no rio do Carmo (RD071) ao longo do rio Doce: Governador Valadares (RD044 e RD045), Tumiritinga (RD053), Conselheiro Pena (RD058) e Resplendor (RD059), conforme observado na Figura 28.

Ressalta-se que no terceiro ano após o rompimento (resultados do 1º semestre de 2018), as maiores medianas foram registradas no trecho entre Governador Valadares e Aimorés, sendo que todos os valores encontraram-se acima do limite legal.

Ao avaliar os valores de mediana dos seis primeiros meses de 2018 observa-se que os valores praticamente se igualaram às da série histórica. Vale lembrar 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 0,1mg/L para 0,02 mg/L.

# INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

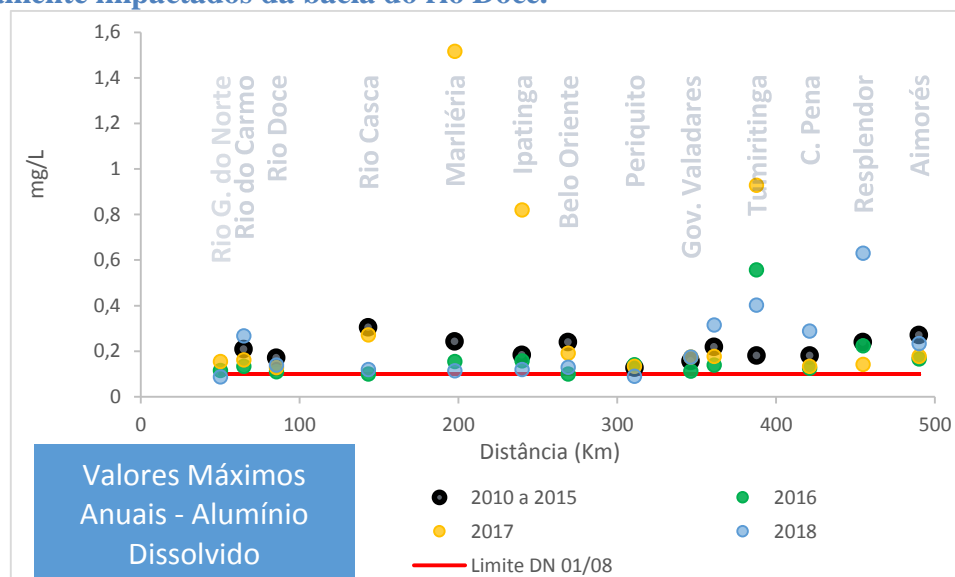
**Tabela 4. Análise estatística dos resultados de alumínio dissolvido no período pré rompimento e nos dois anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce.**

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 (parcial)	
			Mediana	Máximo SH (2010 - 2015)	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo
RD011	Rio Gualaxo do Norte	Barra Longa			0,1	<b>0,115</b>	0,068	<b>0,154</b>	0,038	0,087
RD071	Rio do Carmo	Barra Longa	0,1	<b>0,209</b>	0,1	<b>0,133</b>	0,071	<b>0,161</b>	0,06	<b>0,267</b>
RD072	Rio Doce	Rio Doce	0,1	<b>0,171</b>	0,1	<b>0,11</b>	0,073	<b>0,128</b>	0,071	<b>0,139</b>
RD019		Rio Casca	0,1	<b>0,304</b>	0,1	0,1	0,1	<b>0,271</b>	0,071	<b>0,12</b>
RD023		Marliéria	0,1	<b>0,243</b>	0,1	<b>0,154</b>	0,075	<b>1,516</b>	0,078	<b>0,114</b>
RD035		Ipatinga	0,1	<b>0,183</b>	0,1	<b>0,158</b>	0,071	<b>0,82</b>	0,078	<b>0,119</b>
RD033		Belo Oriente	0,1	<b>0,24</b>	0,1	0,1	0,072	<b>0,191</b>	0,082	<b>0,13</b>
RD083		Periquito	0,1	<b>0,127</b>	0,1	<b>0,14</b>	0,079	<b>0,133</b>	0,081	0,09
RD044		Gov. Valadares	0,1	<b>0,157</b>	0,1	<b>0,112</b>	0,097	<b>0,174</b>	<b>0,111</b>	<b>0,174</b>
RD045		Gov. Valadares	0,1	<b>0,219</b>	0,1	<b>0,139</b>	0,083	<b>0,177</b>	<b>0,113</b>	<b>0,315</b>
RD053		Tumiritinga	0,1	<b>0,181</b>	0,1	<b>0,557</b>	<b>0,107</b>	<b>0,929</b>	<b>0,13</b>	<b>0,402</b>
RD058		Cons. Pena	0,1	<b>0,181</b>	0,1	<b>0,125</b>	0,098	<b>0,134</b>	<b>0,105</b>	<b>0,288</b>
RD059		Replendor	0,1	<b>0,24</b>	0,1	<b>0,224</b>	0,076	<b>0,142</b>	<b>0,112</b>	<b>0,63</b>
RD067		Aimorés	0,1	<b>0,271</b>	0,1	<b>0,166</b>	0,062	<b>0,177</b>	<b>0,111</b>	<b>0,234</b>

**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.

**Figura 28: Resultados de alumínio dissolvido no período pré rompimento e nos dois anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce.**





# INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

## Arsênio total

Na Tabela 5 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 e 1º semestre de 2018.

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 2018, destaca-se um único registro acima do máximo da série histórica de antes do rompimento (Figura 29), no trecho do rio Doce em Conselheiro Pena (RD058). Esse resultado ocorreu no mês de fevereiro, e foi igual a 0,00211 mg/L. Todos os demais resultados estiveram abaixo do limite legal e abaixo do máximo da série histórica.

**Tabela 5. Análise estatística dos resultados de arsênio total no período pré rompimento e nos dois anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce.**

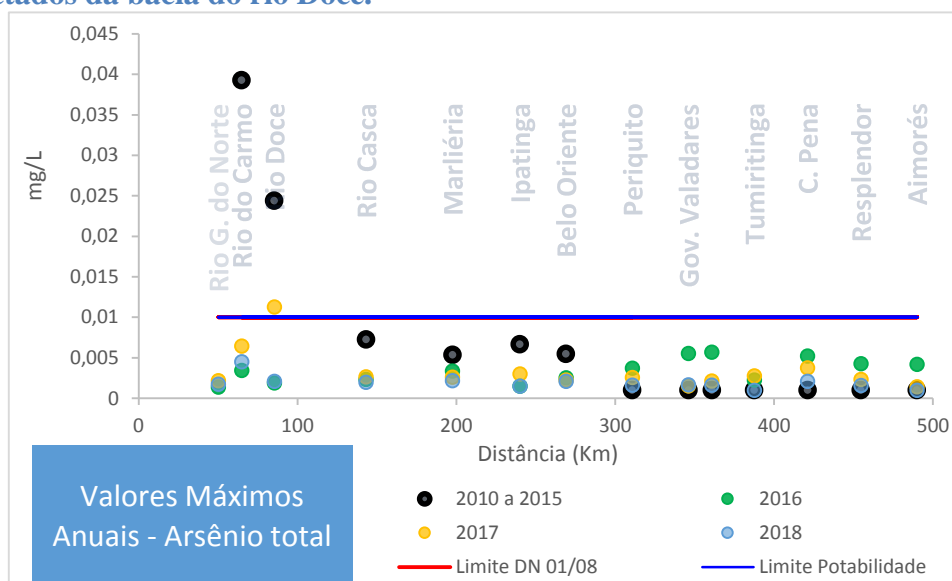
Estação	Curso de Água	Município	Resultados de Arsênio total (mg/L)							
			Antes do Rompimento		1º Ano Após o Rompimento - 2016		2º Ano Após o Rompimento - 2017		3º Ano Após o Rompimento - 2018 (parcial)	
			Mediana	Máximo SH (2010 - 2015)	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo
RD011	Rio Gualaxo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

**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.

## INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Figura 29: Resultados de arsênio total no período pré rompimento e nos dois anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce.



### Cobre dissolvido

Na Tabela 6 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 e 1º semestre de 2018.

Ao avaliar os resultados de cobre dos três últimos anos de monitoramento (2016, 2017 e 2018) verificou-se apenas 3 registros acima do limite de classe 2 (0,009 mg/L Cu) e acima do máximo histórico (Figura 30), quais sejam: no rio Doce em Tumiritinga (RD053) em janeiro de 2016, em Aimorés (RD067) em dezembro de 2017 e em Governador Valadares (RD044) em fevereiro de 2018, quando registraram os valores de 0,0157 mg/L, 0,0375 mg/L e 0,0097 mg/L, respectivamente.

# INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

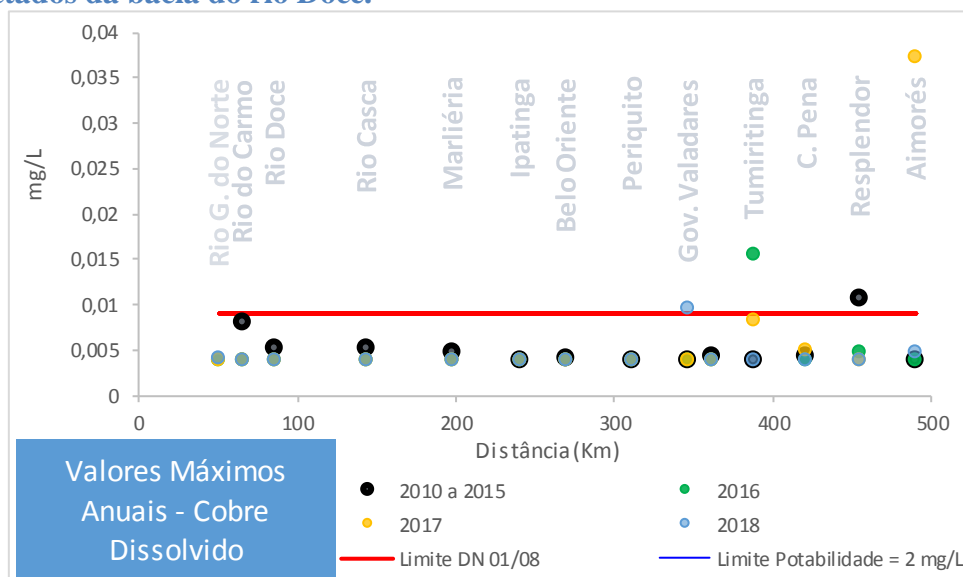
**Tabela 6. Análise estatística dos resultados de cobre dissolvido no período pré rompimento e nos dois anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce.**

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 (parcial)	
			Mediana	Máximo SH (2010 - 2015)	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
RD071	Rio do Carmo	Barra Longa	0,004	0,0083	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
RD019		Rio Casca	0,004	0,0054	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
RD035		Ipatinga	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
RD083		Periquito	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
RD045		Gov. Valadares	0,004	0,0046	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
RD058		Cons. Pena	0,004	0,0045	0,004	0,004	0,004	0,0051	0,004	0,004
RD059		Replendor	0,004	0,011	0,004	0,0049	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

**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.

**Figura 30: Resultados de cobre dissolvido no período pré rompimento e nos dois anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce.**



## Níquel total

Na Tabela 7 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 e 1º semestre de 2018.

## INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Conforme observado na Figura 31, 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 Replendor (RD059) – Trecho 3. E nos anos de 2017 e 2018 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.

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

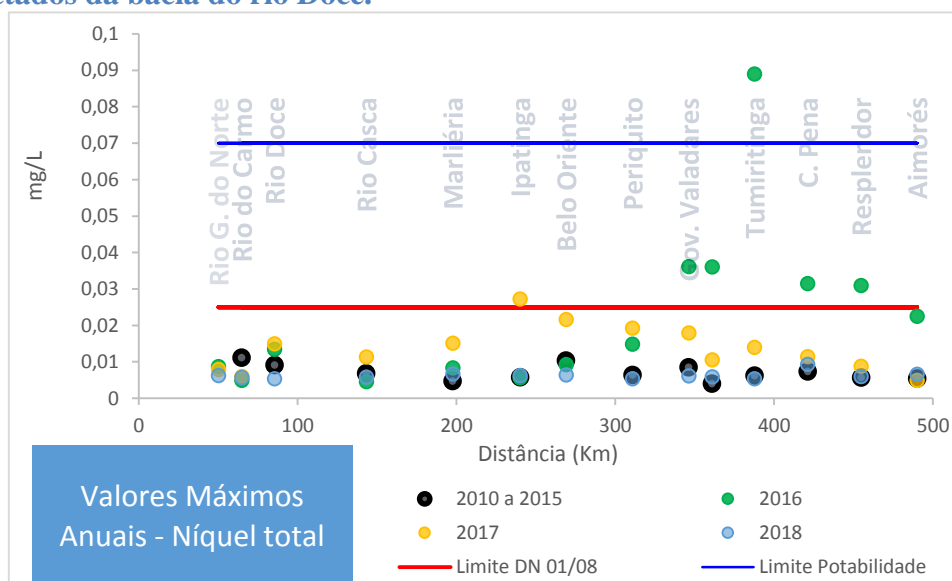
Estação	Curso de Água	Município	Resultados de Níquel total (mg/L)							
			Antes do Rompimento		1º Ano Após o Rompimento - 2016		2º Ano Após o Rompimento - 2017		3º Ano Após o Rompimento - 2018 (parcial)	
			Mediana	Máximo SH (2010 - 2015)	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo
RD011	Rio Gualaxo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

**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.

## INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Figura 31: Resultados de níquel total no período pré rompimento e nos dois anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce.



### Cromo total

Na Tabela 8 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 e 1º semestre de 2018.

Ao avaliar os dados de cromo total observa-se um comportamento bastante semelhante ao do níquel. Conforme observado na Figura 32, 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 e 2018 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 todos os registros de cromo foram inferiores ao limite de classe 2 e ao máximo da série histórica no pré-rompimento.

# INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

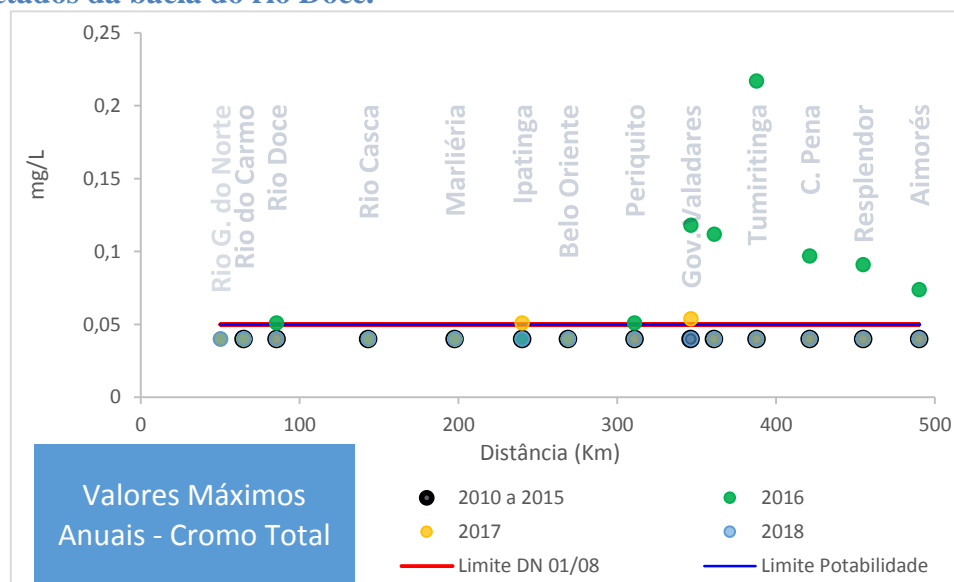
**Tabela 8. Análise estatística dos resultados de arsênio total no período pré rompimento e nos dois anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce.**

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 (parcial)	
			Mediana	Máximo SH (2010 - 2015)	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
RD071	Rio do Carmo	Barra Longa	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	<b>0,051</b>	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
RD023		Marliéria	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	<b>0,051</b>	0,04	0,04
RD033		Belo Oriente	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
RD083		Periquito	0,04	0,04	0,04	<b>0,051</b>	0,04	0,04	0,04	0,04
RD044		Gov. Valadares	0,04	0,04	0,04	<b>0,118</b>	0,04	<b>0,054</b>	0,04	0,04
RD045		Gov. Valadares	0,04	0,04	0,04	<b>0,112</b>	0,04	0,04	0,04	0,04
RD053		Tumiritinga	0,04	0,04	0,04	<b>0,217</b>	0,04	0,04	0,04	0,04
RD058		Cons. Pena	0,04	0,04	0,04	<b>0,097</b>	0,04	0,04	0,04	0,04
RD059		Replendor	0,04	0,04	0,04	<b>0,091</b>	0,04	0,04	0,04	0,04
RD067		Aimorés	0,04	0,04	0,04	<b>0,074</b>	0,04	0,04	0,04	0,04

**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.

**Figura 32: Resultados de cromo total no período pré rompimento e nos dois anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce.**



## INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

### Cádmio total

Na Tabela 9 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 e 1º semestre de 2018.

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. Vale lembrar que o limite de quantificação é a menor quantidade ou concentração do parâmetro, que pode ser determinada pelo método de análise empregado.

Destaca-se que 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). Com exceção do rio Doce em Aimorés (RD067) todos os demais resultados estiveram abaixo do limite de quantificação. Observa-se na Figura 33 que apesar dos valores de cádmio total, em 2018, estarem acima do limite legal, eles ainda permanecem abaixo do limite de potabilidade de acordo com a Portaria de Consolidação N°05 de 2017 do Ministério da Saúde.

**Tabela 9. Análise estatística dos resultados de cádmio total no período pré rompimento e nos dois 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 (parcial)		
			Mediana	Máximo SH (2010 - 2015)	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
RD071	Rio do Carmo	Barra Longa	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,00237
RD072	Rio Doce	Rio Doce	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,00232
RD019		Rio Casca	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
RD035		Ipatinga	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,00219
RD033		Belo Oriente	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,00242
RD083		Periquito	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,00243
RD044		Gov. Valadares	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,00217
RD045		Gov. Valadares	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
RD058		Cons. Pena	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0026
RD059	Replendor	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,00406	
RD067	Aimorés	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,00072	0,00435

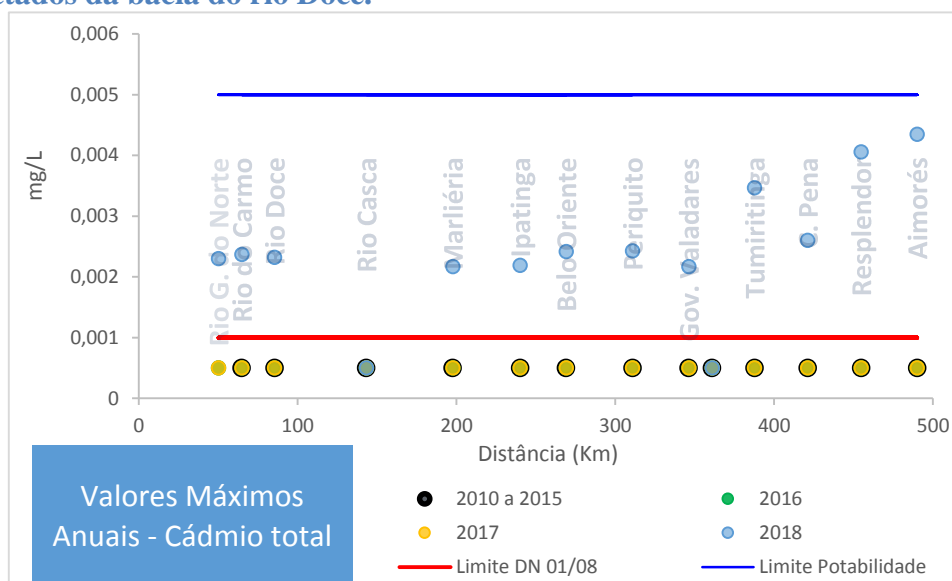
**Em vermelho:** valores acima do limite legal para rios de classe 2, de acordo com a DN 01/08.

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



## INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

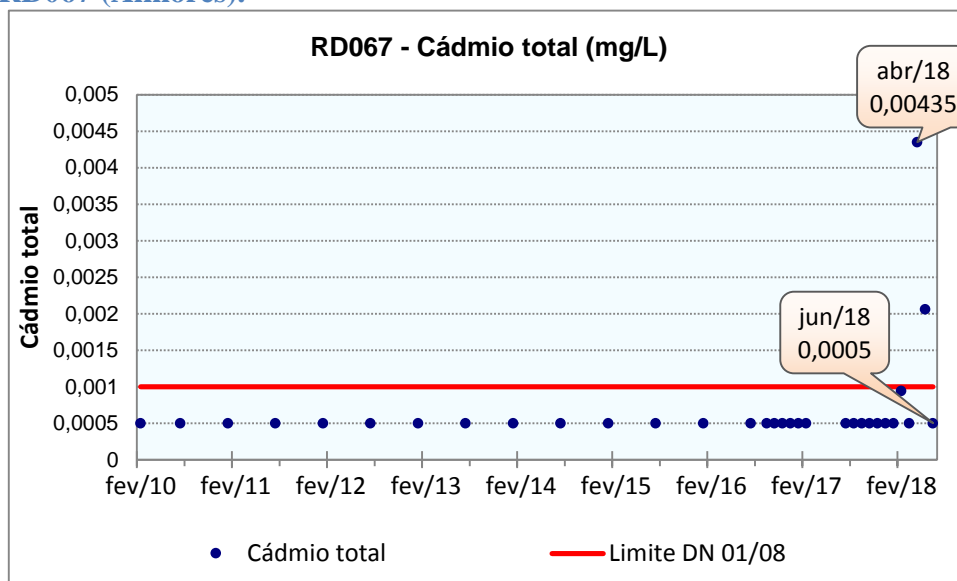
Figura 33: Resultados de cádmio total no período pré rompimento e nos dois anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce.



Na Figura 34 é apresentado o gráfico de dispersão dos dados de cádmio no rio Doce em Aimorés (RD067) no período de janeiro de 2010 a junho de 2018. Observa-se que foram registrados 3 resultados acima do limite de quantificação do método e 2 resultados acima do limite de classe 2, sendo que todos esses registros ocorreram no 1º semestre de 2018 (nos meses de fevereiro, abril e maio). Destaca-se que os dados da última medição (mês de junho) foram inferiores ao limite de quantificação do método. Além disto, mesmo no período mais próximo ao rompimento da barragem os registros foram todos inferiores ao limite de classe.

O comportamento atípico verificado para alguns resultados observados no primeiro semestre de 2018 pode estar relacionado a uma série de obras ocorridas na região de Barra Longa. Além disso, após o período chuvoso a Fundação Renova realizou uma série de ações de manutenção das obras de bioengenharia que podem ter gerado alteração dos resultados, segundo a SEMAD, que acompanha e fiscaliza as ações de revitalização do rio Doce.

**Figura 34: Resultados de cádmio total na estação de monitoramento especial do rio Doce RD067 (Aimorés).**



### Chumbo total

Na Tabela 10 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 e 1º semestre de 2018.

Ao comparar os resultados do máximo da série histórica e máximos dos últimos três 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 três anos avaliados.

Valores de chumbo total acima do limite legal e acima do limite de quantificação foram obtidos no 1º semestre de 2018 no mês de fevereiro no rio Doce (RD044, RD045, RD058 e RD067), 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).

Observa-se na Figura 35, no 1º semestre de 2018, que os maiores valores máximos foram verificados nos municípios de Resplendor (RD059) e Aimorés (RD067). 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.

# INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

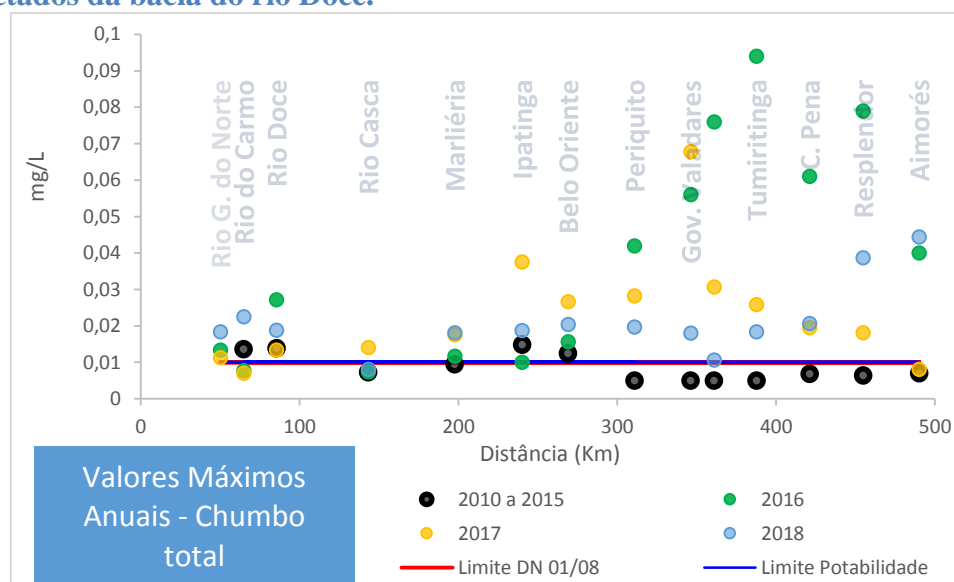
**Tabela 10. Análise estatística dos resultados de chumbo total no período pré rompimento e nos dois anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce.**

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 (parcial)	
			Mediana	Máximo SH (2010 - 2015)	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo
RD011	Rio Gualaxo do Norte	Barra Longa			0,0077	<b>0,0134</b>	0,005	<b>0,0112</b>	0,005	<b>0,0184</b>
RD071	Rio do Carmo	Barra Longa	0,005	<b>0,0136</b>	0,005	0,0078	0,005	0,007	0,005	<b>0,0225</b>
RD072	Rio Doce	Rio Doce	0,005	<b>0,0138</b>	0,005	<b>0,0271</b>	0,005	<b>0,0134</b>	0,005	<b>0,0188</b>
RD019		Rio Casca	0,005	0,0072	0,005	0,0074	0,005	<b>0,0141</b>	0,005	0,0081
RD023		Marliéria	0,005	0,0095	0,005	<b>0,0117</b>	0,005	<b>0,0176</b>	0,005	<b>0,0181</b>
RD035		Ipatinga	0,005	<b>0,0148</b>	0,005	0,01	0,005	<b>0,0375</b>	0,0054	<b>0,0187</b>
RD033		Belo Oriente	0,005	<b>0,0125</b>	0,005	<b>0,0157</b>	0,005	<b>0,0266</b>	0,0055	<b>0,0204</b>
RD083		Periquito	0,005	0,005	0,005	<b>0,042</b>	0,005	<b>0,0282</b>	0,0067	<b>0,0197</b>
RD044		Gov. Valadares	0,005	0,005	0,005	<b>0,056</b>	0,005	<b>0,0678</b>	0,0052	<b>0,018</b>
RD045		Gov. Valadares	0,005	0,005	0,005	<b>0,076</b>	0,005	<b>0,0306</b>	0,005	<b>0,0106</b>
RD053		Tumiritinga	0,005	0,005	0,005	<b>0,094</b>	0,005	<b>0,0258</b>	0,005	<b>0,0184</b>
RD058		Cons. Pena	0,005	0,0068	0,005	<b>0,061</b>	0,005	<b>0,0195</b>	0,005	<b>0,0206</b>
RD059		Replendor	0,005	0,0063	0,005	<b>0,079</b>	0,005	<b>0,0181</b>	0,005	<b>0,0387</b>
RD067		Aimorés	0,005	0,0069	0,005	<b>0,04</b>	0,005	0,0081	<b>0,0104</b>	<b>0,0444</b>

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.

**Figura 35: Resultados de chumbo total no período pré rompimento e nos dois anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce.**

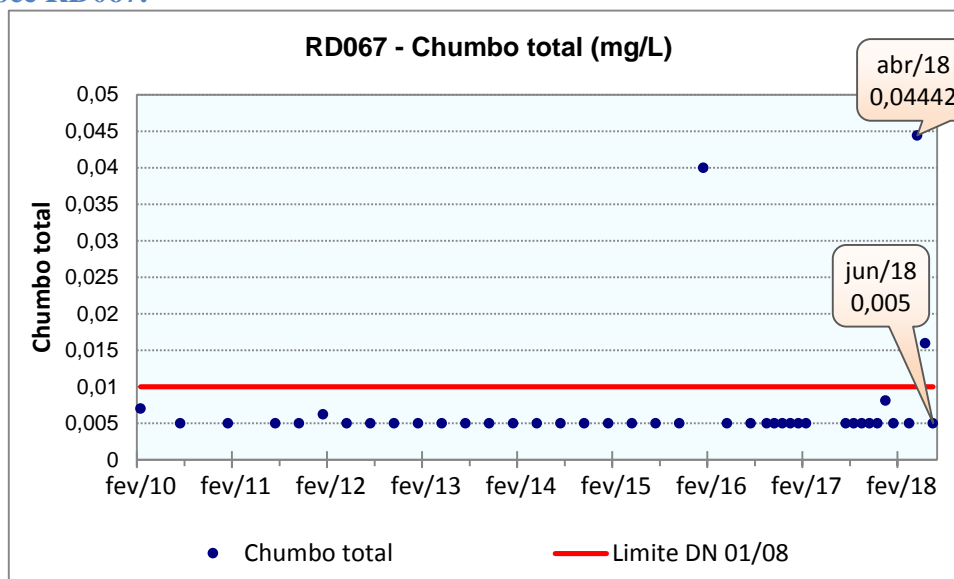


Na Figura 36 é apresentado o gráfico de dispersão dos dados de chumbo total no rio Doce em Aimorés (RD067) no período de janeiro de 2010 a junho de 2018. Observa-se que foram registrados 7 resultados acima do limite de quantificação do método. Desses 4 resultados estiveram acima do limite de classe 2, sendo que os registros acima do limite de classe 2 ocorreram em janeiro de 2016 e no 1º semestre de 2018 (nos meses de

## INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

fevereiro, abril e maio). Destaca-se que os dados da última medição (mês de junho) foram inferiores ao limite de quantificação do método. Além disto, mesmo no período mais próximo ao rompimento da barragem os registros foram todos inferiores ao limite de classe.

**Figura 36: Resultados de chumbo total na estação de monitoramento especial do rio Doce RD067.**



### Zinco total

Na Tabela 11 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 e 1º semestre de 2018.

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 ainda que três anos após o rompimento da barragem os valores máximos obtidos em 2018 (Figura 37) estão acima do limite de classe e acima do máximo da série histórica do período pré-rompimento no rio Doce: Rio Doce (RD072), Rio Casca (RD019), Conselheiro Pena (RD058) e Aimorés (RD067).

# INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

**Tabela 11. Análise estatística dos resultados de zinco total no período pré rompimento e nos dois 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 (parcial)	
			Mediana	Máximo SH (2010 - 2015)	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo	Mediana	Máximo
RD011	Rio Gualaxo do Norte	Barra Longa			0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	<b>0,364</b>
RD071	Rio do Carmo	Barra Longa	0,02	0,0597	0,0252	<b>0,4398</b>	0,02	0,02	0,02	0,0249
RD072	Rio Doce	Rio Doce	0,02	0,074	0,02	<b>0,0629</b>	0,02	0,0233	0,0208	<b>0,0768</b>
RD019		Rio Casca	0,0213	0,0493	0,02	0,0274	0,02	0,024	0,0242	<b>0,206</b>
RD023		Marliéria	0,023	0,0631	0,0224	0,0416	0,02	0,0445	0,02	0,0301
RD035		Ipatinga	0,0269	0,071	0,034	<b>0,0916</b>	0,0258	<b>0,064</b>	0,02	0,0325
RD033		Belo Oriente	0,0237	0,0679	0,0286	0,0471	0,0352	<b>0,1341</b>	0,0315	0,0479
RD083		Periquito	0,02	0,0307	0,02	0,0557	0,02	0,0488	0,0235	0,0331
RD044		Gov. Valadares	0,0218	0,0823	0,02	<b>0,1282</b>	0,02	0,0565	0,02	0,0376
RD045		Gov. Valadares	0,02	0,076	0,02	<b>0,1738</b>	0,02	0,0423	0,02	0,0411
RD053		Tumiritinga	0,0215	<b>0,1834</b>	0,02	<b>0,2956</b>	0,02	<b>0,1327</b>	0,02	0,0227
RD058		Cons. Pena	0,0247	0,175	0,02	<b>0,1243</b>	0,02	<b>0,0659</b>	0,02	<b>0,221</b>
RD059		Replendor	0,0316	0,0987	0,02	<b>0,1378</b>	0,02	0,0334	0,02	0,0256
RD067		Aimorés	0,0254	0,0861	0,02	<b>0,0857</b>	0,02	0,0396	0,02	<b>0,1196</b>

**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.

**Figura 37: Resultados de chumbo total no período pré rompimento e nos dois anos e meio após o rompimento da barragem de Fundão, nos trechos diretamente impactados da bacia do rio Doce.**



## 3.1.2 Metais e Arsênio em Sedimentos

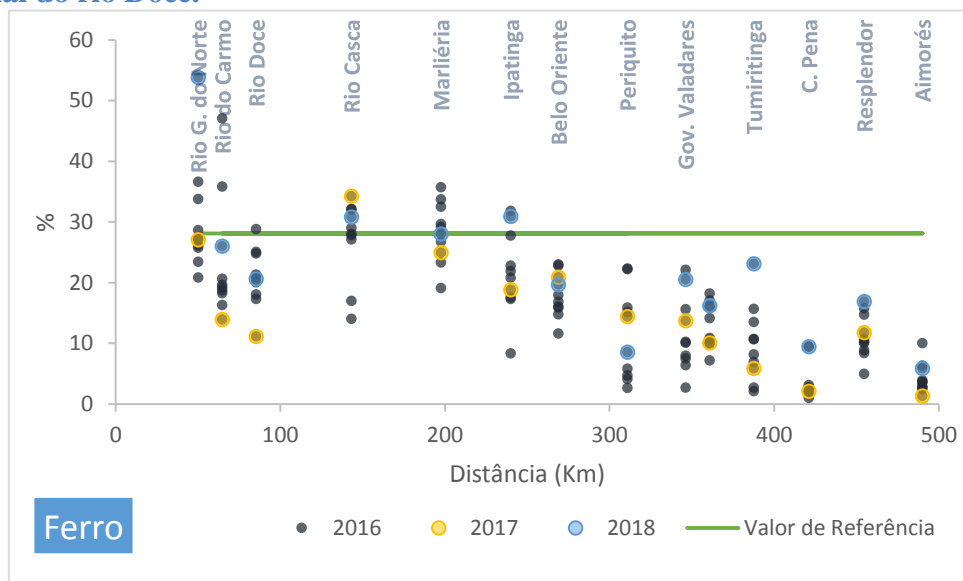
Os resultados de sedimentos apresentados são do período de janeiro de 2016 a junho de 2018. Nas Figuras 38, 39 e 40 são apresentados os resultados de ferro, alumínio e manganês obtidos nos anos de 2016, 2017 e 2018. Ressalta-se que o monitoramento de sedimentos no período de janeiro a outubro de 2016 foi realizado mensalmente, e a partir daí passou a ser semestral. Portanto, nas figuras abaixo se verifica uma quantidade maior de dados para o ano de 2016, 1 dado de 2017 e 1 dado de 2018, 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, Vicq (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 (Figura 38) 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 Vicq (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 1/3 dos valores estiveram acima da referência de 28,10% Fe.

Na coleta realizada em 2018 (mês de março), observa-se que os valores de ferro apresentaram-se mais elevados no trecho entre o rio Gualaxo do Norte (RD011) e Ipatinga (RD035), variando entre 20,6 e 53,8%. No trecho localizado mais a jusante, entre os municípios de Belo Oriente (RD033) e Aimorés (RD067) os valores estiveram entre 5,86 e 23,1%. 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.

**Figura 38: Resultados de ferro nos sedimentos das estações do monitoramento especial do rio Doce.**

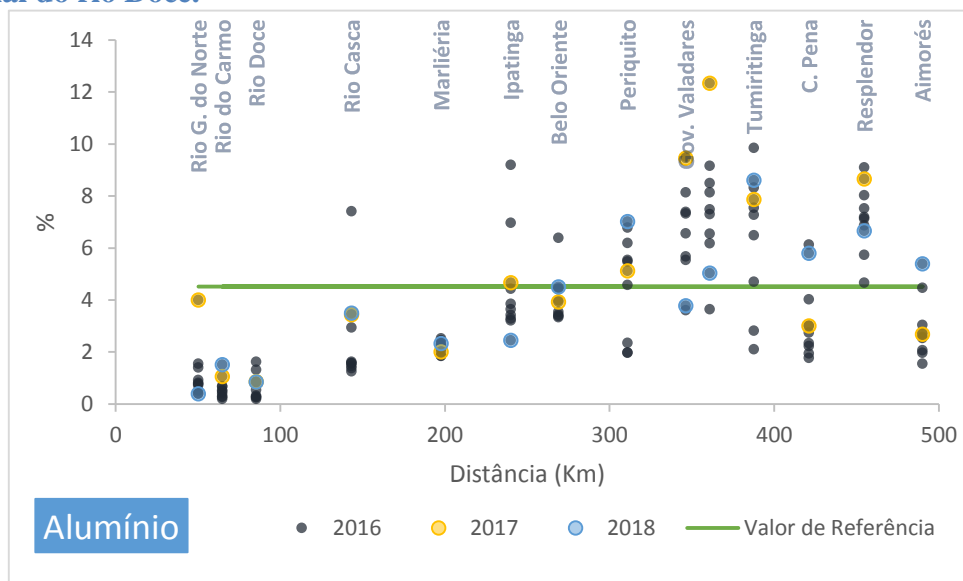


Na análise dos dados de alumínio (Figura 39) observa-se um comportamento oposto ao observado para os dados de ferro, uma vez que se registraram valores de alumínio mais elevados no trecho de jusante, entre os municípios de Periquito (RD083) e Resplendor (RD059). Nesse segundo trecho os valores de alumínio estiveram entre 1,77 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 9,19%.

O valor de referência de alumínio, segundo o estudo de Vicq (2015), é de 4,52% Al. Sendo assim, observa-se que no trecho entre Periquito (RD083) e Resplendor (RD059) mais de 70% 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.

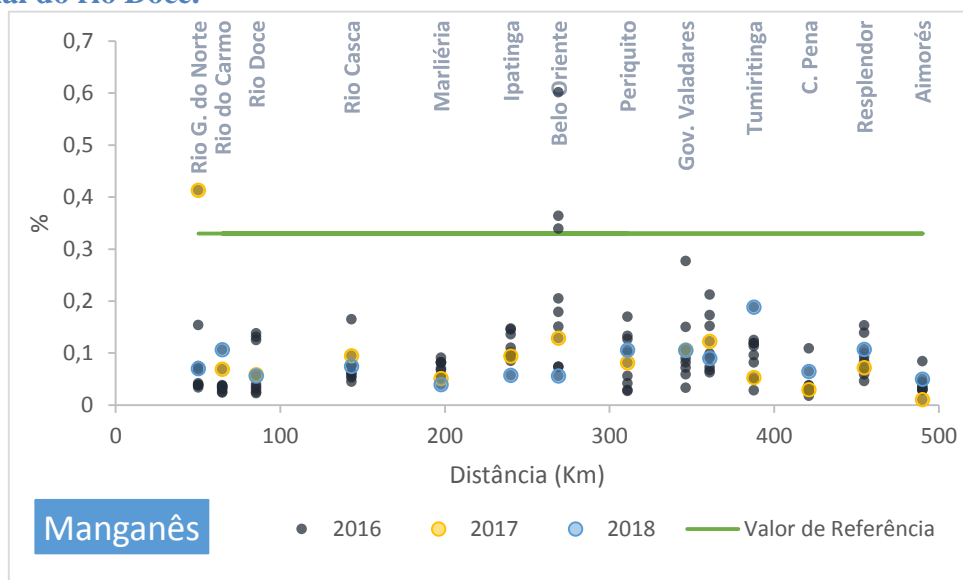
# INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

**Figura 39: Resultados de alumínio nos sedimentos das estações do monitoramento especial do rio Doce.**



No que se refere aos dados de manganês (Figura 40) registra-se que os valores sofreram menor variação ao longo da região avaliada, variando entre 0,01 e 0,60% durante o período do monitoramento. O valor de referência para o quadrilátero ferrífero para a pesquisa de Vicq (2015) é de 0,33% Mn. Ressalta-se que durante todo o período do monitoramento apenas 4 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 1 no rio Gualaxo do Norte (RD011) em setembro de 2017.

**Figura 40: Resultados de manganês nos sedimentos das estações do monitoramento especial do rio Doce.**



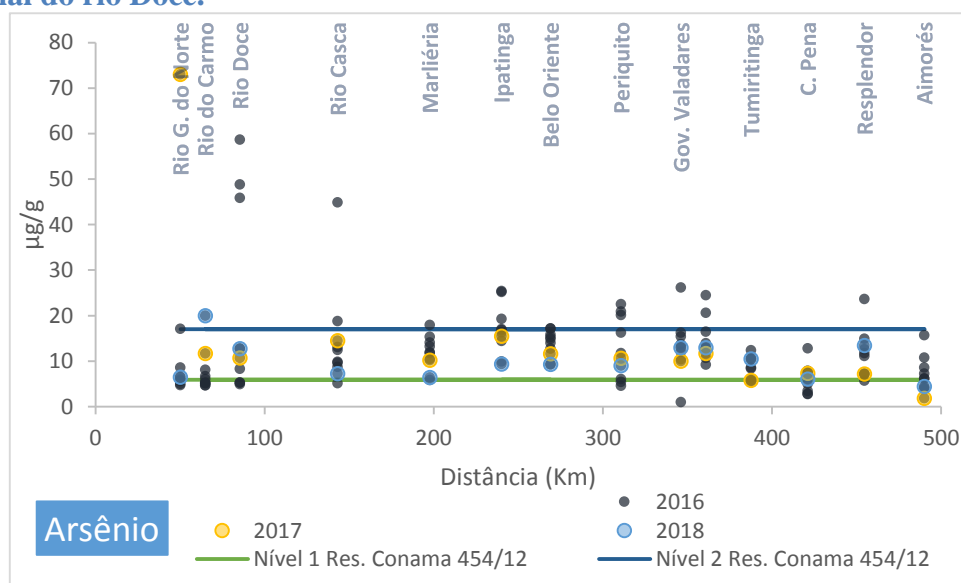
Na Figura 41 são apresentados os resultados de arsênio nos sedimentos dos anos de 2016 a 2018. No que se refere aos resultados obtidos nos dois últimos anos de monitoramento (set/17 e mar/18), observa-se que registros de arsênio acima do Nível 2 da Resolução Conama nº 454/2012 (valor acima do qual há maior probabilidade de



## INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

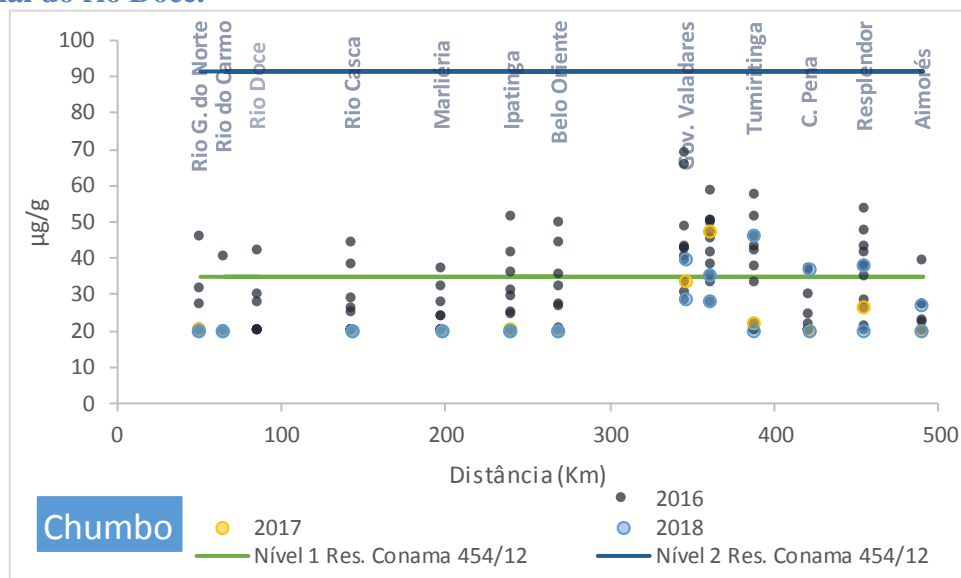
efeitos adversos à biota) foram obtidos no rio Gualaxo do Norte (set/17) e no rio do Carmo (mar/18). Valores acima do Nível 1 (valor abaixo do qual há menor probabilidade de efeitos adversos à biota) foram obtidos em todos os pontos avaliados nos dois últimos anos, a exceção somente no rio Doce em Aimorés (RD067). A presença de arsênio nos sedimentos pode estar relacionada ao desenvolvimento, durante séculos, do garimpo de ouro na região.

**Figura 41: Resultados de arsênio nos sedimentos das estações do monitoramento especial do rio Doce.**



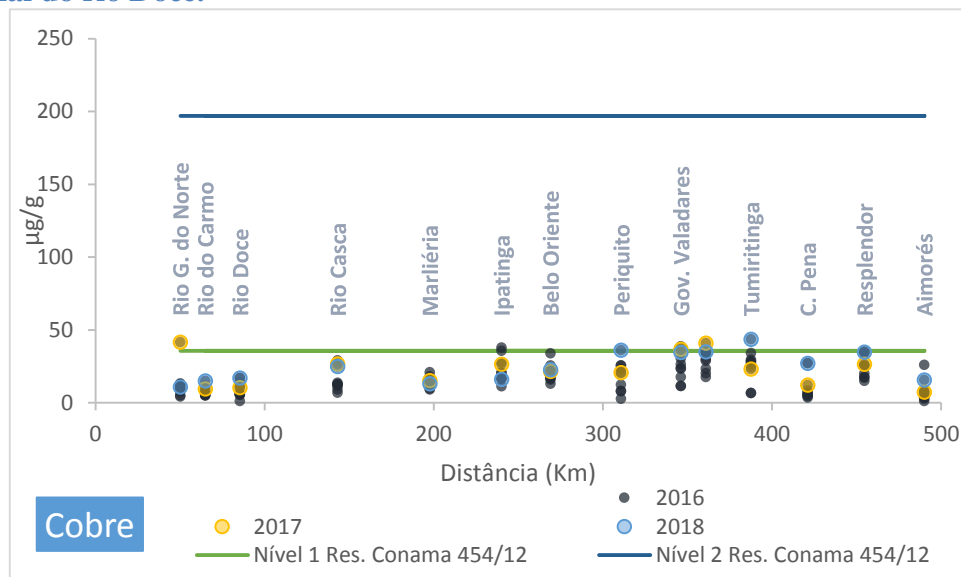
Na Figura 42 são apresentados os resultados de chumbo nos sedimentos dos anos de 2016 a 2018. O Nível 2 (valor acima do qual há maior probabilidade de efeitos adversos à biota) não foi extrapolado em nenhuma das análises realizadas. Em contrapartida o Nível 1 foi extrapolado em ao menos uma campanha 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 a estação de amostragem localizada a jusante de Governador Valadares (RD045), a qual apresentou a maioria dos resultados (9 dos 10 ensaios realizados) de chumbo acima do Nível 1. Esses resultados podem estar associados a presença de atividades de metalurgia desenvolvidas na região.

**Figura 42: Resultados de chumbo nos sedimentos das estações do monitoramento especial do rio Doce.**



Na Figura 43 são apresentados os resultados de cobre nos sedimentos dos anos de 2016 a 2018. Dos 120 ensaios realizados somente 7 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), uma a jusante de Governador Valadares (RD045) (set/18) e uma violação em Tumiritinga (RD053) (set/18).

**Figura 43: Resultados de cobre nos sedimentos das estações do monitoramento especial do rio Doce.**



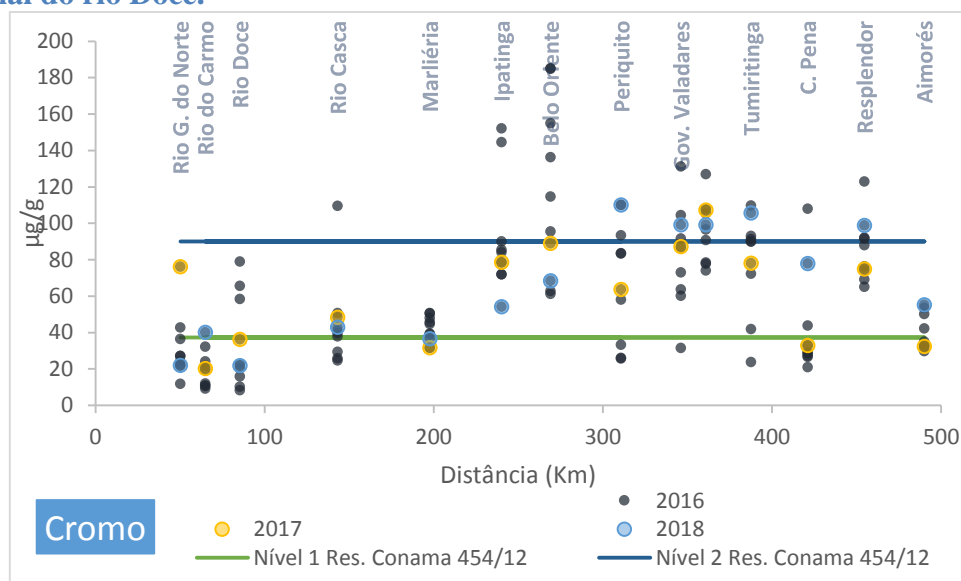
Na Figura 44 são apresentados os resultados de cromo nos sedimentos dos anos de 2016 a 2018. Valores de cromo acima do Nível 2 da Resolução Conama nº 454/2012 foram registrados em todas as estações de monitoramento, exceto naquelas localizadas nos rios Gualaxo do Norte (RD011), do Carmo (RD071) e rio Doce nos municípios de Rio Doce (RD072), Marliéria (RD023) e Aimorés (RD067). Destaque para as estações de

## INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

amostragem localizadas em Ipatinga (RD035), Belo Oriente (RD033), Governador Valadares (RD045) e Resplendor (RD059) as quais apresentaram todos os resultados cromo acima do Nível 1 e em torno de 50% dos resultados acima do Nível 2. Esses resultados podem estar associados ao desenvolvimento de atividades metalúrgicas na região.

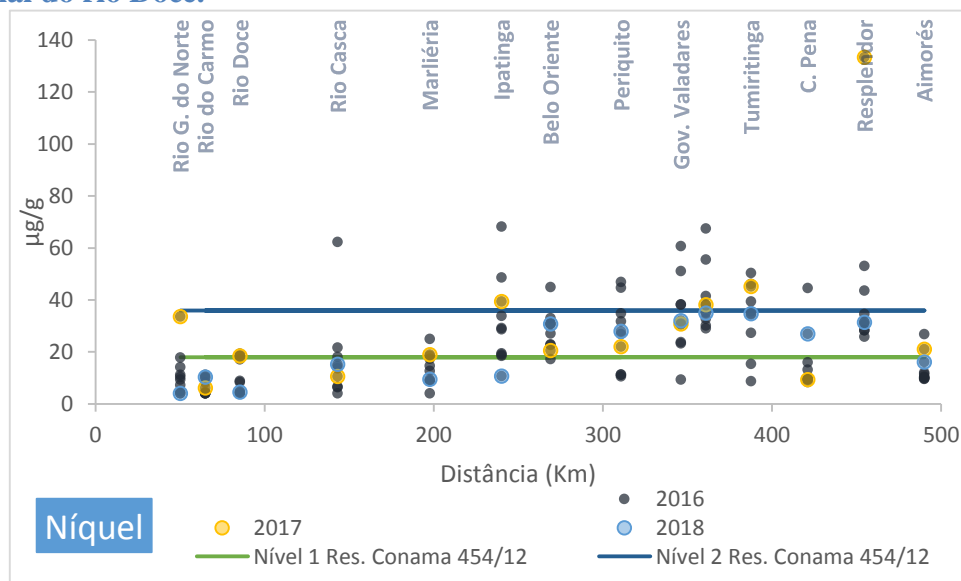
Na última coleta realizada em março de 2018, o valor de cromo acima do Nível 2 foi obtido no trecho entre Periquito (RD083) e Tumiritinga (RD053) e em Resplendor (RD058). Em contrapartida o Nível 1 não apresentou extrapolação somente nos rio Gualaxo do Norte (RD011) e no rio Doce em Rio Doce (RD072) e Marliéria (RD023).

**Figura 44: Resultados de cromo nos sedimentos das estações do monitoramento especial do rio Doce.**



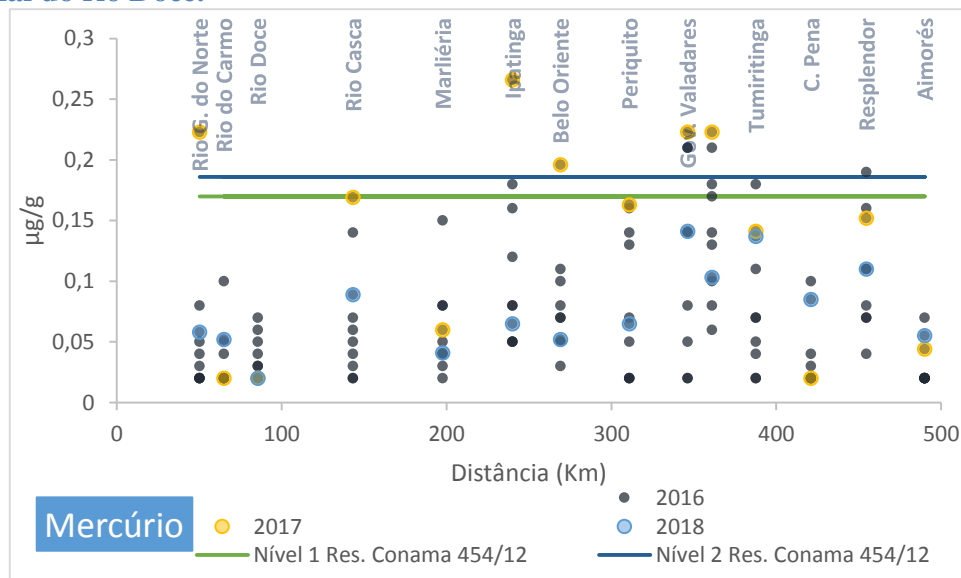
Os resultados de níquel nos sedimentos são apresentados na Figura 45. Durante o monitoramento os valores de níquel se comportaram de maneira semelhante ao cromo, apresentando valores acima do Nível 2 da Resolução Conama nº 454/2012 em todas as estações de monitoramento, exceto nas estações localizadas no rio do Carmo (RD071), e no rio Doce nos municípios de Rio Doce (RD072) e Aimorés (RD067). Na coleta realizada em março de 2018 não foram registrados valores de níquel acima do Nível 2. Valores acima do Nível 1 foram registrados no trecho entre Belo Oriente (RD033) e Resplendor (RD059).

**Figura 45: Resultados de níquel nos sedimentos das estações do monitoramento especial do rio Doce.**



Os resultados de mercúrio nos sedimentos são apresentados na Figura 46. Observa-se que valores de mercúrio acima do Nível 1 foram obtidos em 12 dos 140 resultados avaliados. No que se refere ao Nível 2 foram obtidos em 9 dos 140 resultados avaliados, sendo que 5 destes ocorreram somente na campanha realizada em setembro de 2017. Na medição realizada em 2018 não foram encontrados valores acima dos níveis estabelecidos na Conama 454/2012.

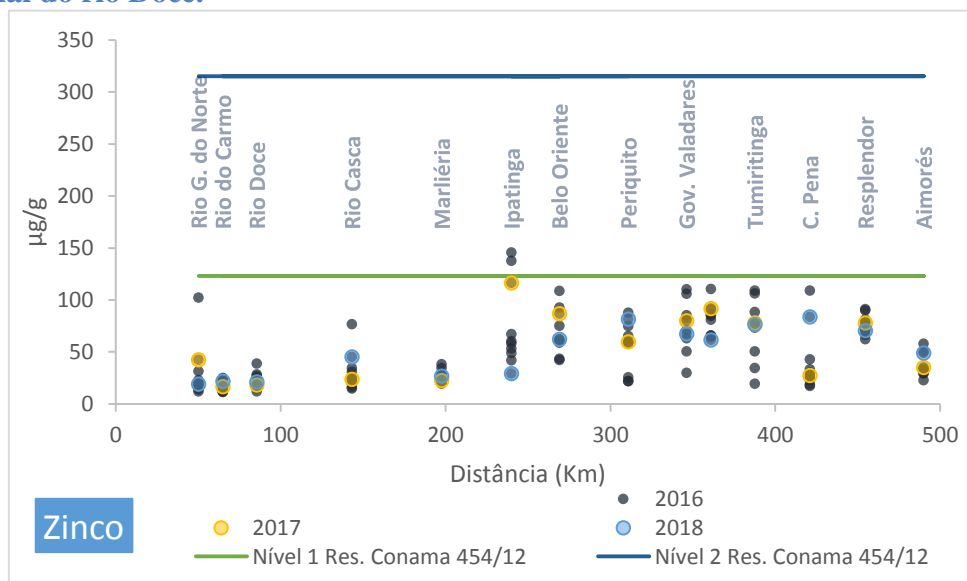
**Figura 46: Resultados de mercúrio nos sedimentos das estações do monitoramento especial do rio Doce.**



Na Figura 47 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.

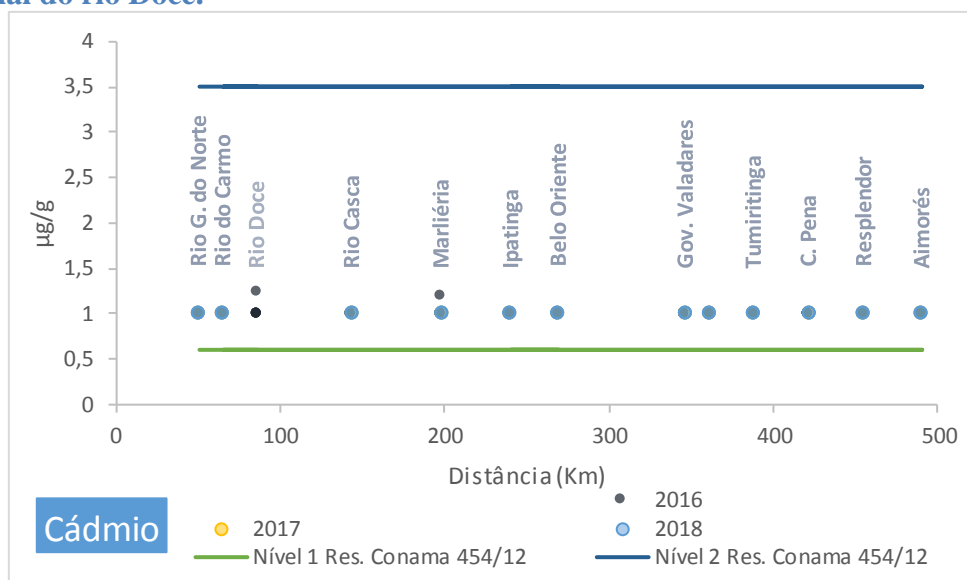
# INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Figura 47: Resultados de zinco nos sedimentos das estações do monitoramento especial do rio Doce.



Com relação ao cádmio, observa-se na Figura 48 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.

Figura 48: Resultados de cádmio nos sedimentos das estações do monitoramento especial do rio Doce.



## 4. Considerações Finais

Decorridos quase três 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. Em todos os trechos, pode-se considerar o ano de 2016 como o de impactos agudos, quando foram sentidos os efeitos imediatos da passagem da pluma. No entanto, era esperada uma redução gradual dos valores de todos os parâmetros, mas esse não foi o resultado obtido para todos os dados. O parâmetro turbidez apresentou redução dos valores de 2017, seguida de uma pequena oscilação para cima nos dados parciais de 2018. Comportamento semelhante foi observado nos dados de sólidos em suspensão totais e manganês total. Já o parâmetro condutividade elétrica *in loco* apresentou aumentos em 2017, seguidos de grande redução dos valores em 2018. Embora não haja um padrão de qualidade estabelecido, os resultados abaixo de 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  verificados em 2018 passaram a se equivaler àqueles do período pré-rompimento, indicando uma forte tendência de volta à normalidade. Os valores de ferro dissolvido, que até 2017 apresentaram estabilidade em relação ao período pré-rompimento, sofreram um aumento nos valores dos percentis no ano de 2018, elevando as violações para aproximadamente a metade das amostras, tanto do período seco quanto do chuvoso. Esse comportamento de ferro dissolvido foi virtualmente o mesmo em todos os trechos. Quanto aos resultados de alumínio dissolvido, observou-se que no terceiro ano após o rompimento (avaliação dos resultados do 1º semestre de 2018), as maiores medianas, todas acima do limite legal, foram registradas no trecho entre Governador Valadares e Aimorés.

Para o arsênio total e os metais alumínio dissolvido, cobre total, cromo total, mercúrio 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. O cádmio apresentou picos na estação seca (ocorreram em maio ou abril de 2018), que, apesar de terem violado limite legal, seus teores não seriam suficientes para afetar a potabilidade da água, ou seja, ficaram abaixo do limite estabelecido pela Portaria de Consolidação Nº05 de 2017. Todos os demais registros de cádmio estiveram abaixo do limite de quantificação. Registros de chumbo acima do limite de classe e acima do máximo da série histórica permanecem ao longo dos três anos avaliados, sendo o maior número de violações observado no trecho entre Resplendor e Aimorés. É importante destacar a presença de atividades de siderurgia desenvolvidas na região, que podem contribuir com os valores encontrados.

Analisando os dados obtidos em 2018, para cada trecho avaliado, são percebidas evoluções distintas para todos os trechos, em cada parâmetro. No caso da turbidez, enquanto na porção inicial atingida houve uma aproximação dos percentis aos dados históricos, a porção final mostrou resultados até mesmo acima dos obtidos logo após o

acidente, em 2016. Já os dados de sólidos em suspensão totais e manganês total apresentaram aumento geral dos valores em todos os trechos em 2018. Ferro dissolvido, já comentado acima, seguiu aproximadamente a mesma evolução dos dados globais em cada trecho. Alumínio dissolvido apresentou aumento no valor dos percentis nos dois trechos iniciais, redução no trecho 3 e certa estabilidade no trecho 4.

Com exceção dos parâmetros condutividade elétrica *in loco* e alumínio dissolvido, todos os demais analisados apresentaram o conjunto de dados com padrão de valores ainda elevados, se comparado ao da série dos cinco anos anteriores ao rompimento da barragem. Esse resultado pode estar parcialmente associado à Remoção de Constrições no Rio do Carmo em Barra Longa, iniciada em 26 de outubro de 2017<sup>3</sup>.

### **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 Vicq (2015). No que se refere aos resultados de ferro observou-se que os valores de ferro, na análise de todo o período avaliado (2016 a 2018), apresentaram-se mais elevados no trecho entre o rio Gualaxo do Norte (RD011) e o rio Doce em Ipatinga (RD035), variando entre 8,31 e 53,4%. 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%. 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.

Na análise dos dados de alumínio 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 mais de 70% dos resultados estiveram acima do valor de referência, enquanto no primeiro trecho, entre o rio Gualaxo do Norte (RD011) e o rio Doce em Belo Oriente, pouco mais de 7% dos resultados estiveram acima do valor da referência para alumínio.

No que se refere aos dados de manganês registra-se que durante todo o período do monitoramento especial apenas 4 resultados de manganês foram superiores a esta referência, sendo 3 desses ocorridos na estação localizada em Belo Oriente (RD033) e 1 no rio Gualaxo do Norte (RD011) em setembro de 2017.

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. O arsênio e os metais cromo, mercúrio e níquel apresentaram registros acima do Nível 2 na grande maioria das estações, a exceção do rio Doce em Rio Doce (RD072) e Aimorés (RD067). Ocorrências de cromo, mercúrio e

---

<sup>3</sup> FUNDAÇÃO RENOVA. Mitigação do Risco de Inundação em Barra Longa: Remoção de Constrições - Rio do Carmo, 2018. p. 5

## INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

níquel acima do Nível 2 se deram, principalmente entre Ipatinga e Conselheiro Pena, podendo ter contribuição das atividades industriais que são desenvolvidas na região. A presença de arsênio pode estar relacionada ao desenvolvimento de garimpos na região do alto rio Doce.

### 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 CIF (Comitê Interfederativo), acompanhando, discutindo e propondo ações para a recuperação de toda área impactada pelo rompimento da barragem, desde novembro de 2015.

Foram liberados 11 INFORMATIVOS RIO DOCE no período chuvoso 2016/2017 (semanais) e no ano de 2017 o INFORMATIVO RIO DOCE passou a ser mensal e já foram liberados 6 Informativos mensais.

O último relatório do Igam foi publicado com data de maio de 2018 e contém a avaliação dos dados medidos no período de novembro de 2015 a dezembro de 2017.

As informações a respeito das ações de acompanhamento na bacia do rio Doce poderão ser consultadas nos seguintes canais da internet:

Site do Igam: <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>

Site da ANA: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/Riodoce/default.aspx>

Site do IBAMA: <http://www.ibama.gov.br/cif/cif-comite-interfederativo>

Em abril de 2017, 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).



## INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

- **Governo de Minas Gerais:** Secretaria de Estado de Meio-Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), Secretaria de Estado de Cidades e de Integração Regional (SECIR), 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 das Cidades (MCidades), Ministério da Saúde e Vigilância Sanitária (M Saúde/SVS), Fundação Nacional de Saúde (FUNASA).
- **Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA/MG).**

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, áreas estuarina, costeiras e marinha impactadas (acordo reparatório e compensatório) – PMQQS – Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos;
- Plano de Ação para o Período Chuvoso.

A área 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 40 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

## INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

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.

A implantação do PMQQS proporcionará um monitoramento da qualidade das águas mais completo. Possui caráter permanente e abrangente através de uma avaliação sistemática com previsão mínima de 10 anos. Serão avaliados 42 parâmetros físico-químicos e além desses haverá análise de ecotoxicidade, perifíton, biomonitoramento, medições de vazão, qualidade e quantidade de sedimentos. A coleta manual de amostras para análise de parâmetros físico-químicos, hidrobiológicos (fitoplâncton) e bacteriológicos da água superficial terá periodicidade mensal. A coleta destinada à verificação de parâmetros ecotoxicológicos e físico-químicos qualidade de sedimentos terá periodicidade trimestral. A cada três meses também serão monitorados materiais particulados em suspensão, macroinvertebrados bentônicos (mensalmente) e descarga líquida (mensalmente), entre outros fatores.

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.

Além dos 56 pontos de amostragem entre a mina da Samarco e a foz, o PMQQS também prevê outros 36 pontos de monitoramento sistemático da qualidade da água e dos sedimentos na zona costeira e em estuários do Espírito Santo e da Bahia.

Em novembro de 2018 foi disponibilizada no Comitê Interfederativo a planilha consolidada de dados PMQQS para assessorar as demais Câmaras Técnicas em pesquisas e programas.

**ANEXO I**

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

# INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

Turbidez (NTU)	MÁXIMOS				MEDIANAS				MÍNIMOS			
	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2017	2016	2018 (1º sem)
Limite DN 01/08 = 100 NTU												
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	4105	1462	732	s/ dados	353	86,15	175,5	s/ dados	12,2	169	11,7
RD071 Rio do Carmo	744	5228	608	521	10,55	135	35,9	92,4	1,8	6,04	41,7	9,12
RD072 Rio Doce	604	5880	1094	235	9,79	77	24,9	103,7	0,5	6,63	50,3	8,87
RD019 Rio Casca	318	1125	1114	663	12	376	80,05	169	2,71	25,2	174	11,2
RD023 Marliéria	280	3198	4489	250	15,7	256	85,3	124	2,24	46,7	139	15,8
RD035 Ipatinga	382	2682	3062	337	19,4	263	62,25	125	2,56	34,7	134	20
RD033 Belo Oriente	955	3279	2398	240	19,5	196	56,15	87,85	2,29	10,5	92,6	20,7
RD083 Periquito	181	3017	2524	612	20,5	65,3	39,55	41,95	2,78	6,2	40,5	16,1
RD044 Gov. Valadares (mont.)	217	3640	3849	694	10,7	32,8	44,25	47,45	2,28	4,6	18,8	12,4
RD045 Gov. Valadares (jus.)	233	4672	1449	674	13,7	29,9	24,47	57,5	0,5	4,62	11,1	10,7
RD053 Tumiritinga	97,4	4200	2401	364	15,5	24,6	25,36	41,75	1,83	4	5,73	9,87
RD058 C. Pena	157	9168	1025	919	17,1	19,6	52,02	37,8	1,67	2,99	2,84	11,8
RD059 Resplendor	123	6600	725	626	14,6	20	52,85	38,85	3,28	4,11	4,23	9,57
RD067 Aimorés	177	6500	426	591	13	18,4	26,35	57,4	2,16	5,43	3,99	7,57

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

Oxigênio dissolvido (mg/L)	MÁXIMOS				MEDIANAS				MÍNIMOS			
	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2017	2016	2018 (1º sem)
Limite DN 01/08 = 5 mg/L												
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	8,2	9,1	8,4	s/ dados	8	8	8	s/ dados	7,1	8	7,9
RD071 Rio do Carmo	9,5	9	8,8	8,5	8,2	7,9	7,8	8	7,5	7,4	7,5	7,7
RD072 Rio Doce	9,5	9,3	9	8,4	8	8	7,9	7,9	6,8	7,5	7,7	7,7
RD019 Rio Casca	8,9	8,6	8,5	8,2	7,8	7,7	7,8	7,6	6,7	7,1	7,3	7,2
RD023 Marliéria	9,7	9,1	9	7,9	8,1	8	8	7,8	7,3	7,5	7,3	7,4
RD035 Ipatinga	9,1	8,7	8,2	7,8	7,7	7,3	7,5	7,4	6,4	6,6	6,9	7
RD033 Belo Oriente	10,3	9	8,6	8,5	8,4	8,1	8,1	8,1	7,5	7,3	7,7	7,5
RD083 Periquito	10,2	8,2	8,2	7,7	7,6	7,5	7,4	7,2	6,4	6,3	6,2	6,8
RD044 Gov. Valadares (mont.)	9,8	8,6	8,2	8,2	7,7	7,5	7,6	7,3	5,9	7	6,6	6,5
RD045 Gov. Valadares (jus.)	9,8	8,2	8,3	7,9	7,6	7,5	7,5	7,5	6,3	6,9	7	7,2
RD053 Tumiritinga	9,5	8,9	9,3	8,1	7,6	8	7,5	7,2	6,7	7,2	6,7	7
RD058 C. Pena	10	8,6	8,7	8	7,7	7,9	7,7	7,5	6,9	7,3	6,9	7
RD059 Resplendor	10,7	8,4	8,2	8,2	7,8	7,9	7,7	7,6	7	7,3	6,9	6,8
RD067 Aimorés	8,9	8,9	8,9	7,8	7,5	7,9	7,6	7,2	6,6	6,9	7	6,5

● Valor maior que o 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)	MÁXIMOS				MEDIANAS				MÍNIMOS			
	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2017	2016	2018 (1º sem)
Limite DN 01/08 = 0 μS/cm												
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	78,5	82,5	57,3	s/ dados	72,5	69,1	51,5	s/ dados	41,7	40,6	37,1
RD071 Rio do Carmo	84,3	96	148	80,7	53,5	69,8	87,7	65,1	31,7	64,4	58,3	56,3
RD072 Rio Doce	73,9	79,6	88,8	68,4	51,8	62,8	64,2	54,9	33,9	58,1	47,6	50,6
RD019 Rio Casca	74,1	74,6	90,6	62,4	49,2	60,5	60,9	51,3	34,4	57	44,8	40,3
RD023 Marliéria	72,1	78,3	89,9	59,2	51	61,4	62,1	54,9	35,9	49,9	49,1	48,5
RD035 Ipatinga	110	102	102	73,5	57,2	71,8	80,2	62,5	40,1	63,6	54,1	53,4
RD033 Belo Oriente	168	140	166	105	84,8	116	129	87,4	49,8	55,1	59	67,1
RD083 Periquito	125	126	155	76,2	63,7	88,8	108,5	67	37	47,1	33,5	30,7
RD044 Gov. Valadares (mont.)	129	115	139	81,2	72,8	97,5	105,9	72,1	44	47,7	45,1	42,8
RD045 Gov. Valadares (jus.)	111	118	142	77,7	64,3	88,5	104,3	68,5	42,2	56,2	58,2	51
RD053 Tumiritinga	114	100	148	84,2	71,4	88,2	111,5	73,9	49,8	59,8	60,4	54,3
RD058 C. Pena	114	102	142	83,5	69,1	88	105,5	71,5	49,1	59,3	52	44,2
RD059 Resplendor	110	104	142	81,3	68,3	83,9	97	69,1	48,2	61,5	56,7	53,7
RD067 Aimorés	116	178	118	70,7	65,7	82,3	94,8	67,9	48	60,1	60	54,5
Sólidos em Suspensão Totais (mg/L)	MÁXIMOS				MEDIANAS				MÍNIMOS			
SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2017	2016	2018 (1º sem)	
Limite DN 01/08 = 100 mg/L												
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	776	522	490	s/ dados	175	40	71	s/ dados	9	85	6
RD071 Rio do Carmo	1088	1692	370	506	15	294	40	104	2	3	34	12
RD072 Rio Doce	894	5160	579	141	12	80	14	62	2	4	19	15
RD019 Rio Casca	202	986	443	286	12	214	51	76	2	13	40	7
RD023 Marliéria	187	702	446	160	21	139	48	47	2	23	51	15
RD035 Ipatinga	230	776	1633	285	30	130	21	108	2	13	79	27
RD033 Belo Oriente	678	1180	865	120	26	102	26	67	2	2	26	14
RD083 Periquito	107	1080	863	252	12	19	13	16	2	3	5	5
RD044 Gov. Valadares (mont.)	84	2880	1396	397	9	14	26	21	2	2	7	2
RD045 Gov. Valadares (jus.)	157	4432	762	314	11	22	14	24	2	4	6	2
RD053 Tumiritinga	116	4712	819	129	14	21	12	19	2	9	2	10
RD058 C. Pena	255	3144	391	460	17	13	29	17	2	3	4	12
RD059 Resplendor	99	2652	337	213	16	14	33	25	2	2	2	7
RD067 Aimorés	74	1889	139	235	14	14	20	43	2	5	4	11

● 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 (mg/L)	MÁXIMOS					MEDIANAS					MÍNIMOS				
Limite DN 01/08 = 0,3 mg/L	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018 (1º sem)		SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018 (1º sem)		SH (jan/10 a out/15)	2017	2016	2018 (1º sem)	
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	0,238	0,317	0,33		s/ dados	0,153	0,158	0,225		s/ dados	0,114	0,072	0,149	
RD071 Rio do Carmo	0,279	0,291	0,311	0,645		0,112	0,159	0,136	0,248		0,049	0,083	0,069	0,147	
RD072 Rio Doce	0,538	0,299	0,311	0,443		0,149	0,234	0,188	0,339		0,069	0,064	0,157	0,153	
RD019 Rio Casca	0,488	0,251	0,313	0,373		0,123	0,167	0,188	0,278		0,048	0,084	0,073	0,177	
RD023 Marliéria	0,358	0,275	1,241	0,402		0,12	0,157	0,154	0,309		0,046	0,074	0,1	0,162	
RD035 Ipatinga	0,457	0,265	0,596	0,351		0,114	0,169	0,128	0,277		0,054	0,052	0,091	0,119	
RD033 Belo Oriente	0,382	0,325	0,412	0,306		0,115	0,189	0,155	0,273		0,04	0,089	0,036	0,149	
RD083 Periquito	0,381	0,368	0,338	0,398		0,123	0,177	0,129	0,338		0,051	0,061	0,103	0,112	
RD044 Gov. Valadares (mont.)	0,573	0,279	0,272	0,5		0,137	0,173	0,186	0,391		0,039	0,069	0,121	0,144	
RD045 Gov. Valadares (jus.)	0,449	0,326	0,357	0,712		0,179	0,214	0,116	0,368		0,043	0,06	0,174	0,155	
RD053 Tumiritinga	0,476	0,768	0,543	0,725		0,134	0,173	0,208	0,426		0,043	0,051	0,077	0,13	
RD058 C. Pena	0,624	0,297	0,193	0,614		0,128	0,157	0,126	0,397		0,048	0,054	0,074	0,14	
RD059 Resplendor	0,58	0,433	0,263	1,069		0,108	0,167	0,141	0,388		0,037	0,038	0,087	0,166	
RD067 Aimorés	0,396	0,764	0,343	0,424		0,094	0,086	0,065	0,297		0,03	0,034	0,043	0,164	

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

Manganês total (mg/L)	MÁXIMOS					MEDIANAS					MÍNIMOS				
Limite DN 01/08 = 0,1 mg/L	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018 (1º sem)		SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018 (1º sem)		SH (jan/10 a out/15)	2017	2016	2018 (1º sem)	
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	1,776	2,723	2,187		s/ dados	0,5473	0,232	0,8425		s/ dados	0,0397	0,349	0,0373	
RD071 Rio do Carmo	1,6546	1,375	1,84	1,343		0,1302	0,309	0,1046	0,411		0,0351	0,0312	0,0607	0,022	
RD072 Rio Doce	1,52	3,675	2,316	0,468		0,0751	0,135	0,0818	0,1967		0,0263	0,0361	0,1041	0,0216	
RD019 Rio Casca	0,577	0,898	0,757	0,481		0,0825	0,3005	0,1285	0,2151		0,0308	0,0745	0,17	0,0076	
RD023 Marliéria	0,304	0,87	0,842	0,377		0,0908	0,271	0,1206	0,216		0,0358	0,0879	0,203	0,0205	
RD035 Ipatinga	0,345	0,695	1,821	0,414		0,109	0,27	0,1295	0,2081		0,0443	0,0874	0,162	0,0325	
RD033 Belo Oriente	0,561	1,51	0,878	0,311		0,0949	0,202	0,0782	0,1769		0,0287	0,0531	0,0477	0,0315	
RD083 Periquito	0,113	2,564	0,837	0,485		0,042	0,0461	0,04	0,0516		0,0217	0,0207	0,0299	0,0242	
RD044 Gov. Valadares (mont.)	0,16	5,166	0,92	0,481		0,0301	0,0381	0,0676	0,0483		0,0187	0,0238	0,0213	0,0202	
RD045 Gov. Valadares (jus.)	0,144	5,637	0,789	0,451		0,0391	0,0367	0,038	0,0416		0,0161	0,018	0,014	0,0097	
RD053 Tumiritinga	0,1134	2,745	0,773	0,205		0,0434	0,0363	0,0453	0,0399		0,015	0,0181	0,0204	0,0066	
RD058 C. Pena	0,1167	4,127	0,75	0,735		0,0347	0,0263	0,0469	0,102		0,0159	0,0309	0,0207	0,0194	
RD059 Resplendor	0,0948	3,3	0,63	0,255		0,0303	0,0291	0,0447	0,0328		0,0143	0,0249	0,0211	0,0088	
RD067 Aimorés	0,0845	1,578	0,173	0,236		0,0246	0,0183	0,0258	0,0319		0,0098	0,011	0,0106	0,0111	

● 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 (mg/L)	MÁXIMOS				MEDIANAS				MÍNIMOS			
	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2017	2016	2018 (1º sem)
Limite DN 01/08 = 0,1 mg/L												
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	0,115	0,154	0,087	s/ dados	0,1	0,068	0,038	s/ dados	0,024	0,1	0,025
RD071 Rio do Carmo	0,209	0,133	0,161	0,267	0,1	0,1	0,071	0,06	0,1	0,02	0,1	0,03
RD072 Rio Doce	0,171	0,11	0,128	0,139	0,1	0,1	0,073	0,071	0,1	0,02	0,1	0,033
RD019 Rio Casca	0,304	0,1	0,271	0,12	0,1	0,1	0,1	0,071	0,1	0,021	0,1	0,037
RD023 Marliéria	0,243	0,154	1,516	0,114	0,1	0,1	0,075	0,078	0,1	0,034	0,1	0,05
RD035 Ipatinga	0,183	0,158	0,82	0,119	0,1	0,1	0,071	0,078	0,1	0,02	0,1	0,064
RD033 Belo Oriente	0,24	0,1	0,191	0,13	0,1	0,1	0,072	0,082	0,1	0,038	0,1	0,056
RD083 Periquito	0,127	0,14	0,133	0,09	0,1	0,1	0,079	0,081	0,1	0,028	0,1	0,056
RD044 Gov. Valadares (mont.)	0,157	0,112	0,174	0,174	0,1	0,1	0,097	0,111	0,1	0,041	0,1	0,078
RD045 Gov. Valadares (jus.)	0,219	0,139	0,177	0,315	0,1	0,1	0,083	0,113	0,1	0,036	0,1	0,06
RD053 Tumiritinga	0,181	0,557	0,929	0,402	0,1	0,1	0,107	0,13	0,1	0,03	0,1	0,063
RD058 C. Pena	0,181	0,125	0,134	0,288	0,1	0,1	0,098	0,105	0,1	0,034	0,1	0,069
RD059 Resplendor	0,24	0,224	0,142	0,63	0,1	0,1	0,076	0,112	0,1	0,045	0,1	0,064
RD067 Aimorés	0,271	0,166	0,177	0,234	0,1	0,1	0,062	0,111	0,1	0,043	0,1	0,062

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

Arsênio total (mg/L)	MÁXIMOS				MEDIANAS				MÍNIMOS			
	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2017	2016	2018 (1º sem)
Limite DN 01/08 = 0,01 mg/L												
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	0,001	0,002	0,001	s/ dados	0,001	0,001	0,001	s/ dados	0,001	0,001	0,001
RD071 Rio do Carmo	0,039	0,003	0,006	0,004	0,002	0,003	0,002	0,003	0	0,001	0,001	0,001
RD072 Rio Doce	0,024	0,001	0,011	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0	0,001	0,001	0,001
RD019 Rio Casca	0,007	0,002	0,002	0,001	0	0,001	0,001	0,001	0	0,001	0,001	0,001
RD023 Marliéria	0,005	0,003	0,002	0,002	0	0,001	0,001	0,001	0	0,001	0,001	0,001
RD035 Ipatinga	0,006	0,001	0,003	0,001	0	0,001	0,001	0,001	0	0,001	0,001	0,001
RD033 Belo Oriente	0,005	0,002	0,002	0,002	0	0,001	0,001	0,001	0	0,001	0,001	0,001
RD083 Periquito	0,001	0,003	0,002	0,001	0	0,001	0,001	0,001	0	0,001	0,001	0,001
RD044 Gov. Valadares (mont.)	0,001	0,005	0,001	0,001	0	0,001	0,001	0,001	0	0,001	0,001	0,001
RD045 Gov. Valadares (jus.)	0,001	0,005	0,002	0,001	0	0,001	0,001	0,001	0	0,001	0,001	0,001
RD053 Tumiritinga	0,001	0,002	0,002	0,001	0	0,001	0,001	0,001	0	0,001	0,001	0,001
RD058 C. Pena	0,001	0,005	0,003	0,002	0	0,001	0,001	0,001	0	0,001	0,001	0,001
RD059 Resplendor	0,001	0,004	0,002	0,001	0	0,001	0,001	0,001	0	0,001	0,001	0,001
RD067 Aimorés	0,001	0,004	0,001	0,001	0	0,001	0,001	0,001	0	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 (mg/L)	MÁXIMOS				MEDIANAS				MÍNIMOS			
	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2017	2016	2018 (1º sem)
Limite DN 01/08 = 0,001 mg/L												
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	0,0005	0,0005	0,0023	s/ dados	0,0005	0,0005	0,0005	s/ dados	0,0005	0,0005	0,0005
RD071 Rio do Carmo	0,0005	0,0005	0,0005	0,00237	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	0,00232	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
RD023 Marliéria	0,0005	0,0005	0,0005	0,00217	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
RD035 Ipatinga	0,0005	0,0005	0,0005	0,00219	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	0,00242	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
RD083 Periquito	0,0005	0,0005	0,0005	0,00243	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	0,00217	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
RD053 Tumiritinga	0,0005	0,0005	0,0005	0,00347	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	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
RD059 Resplendor	0,0005	0,0005	0,0005	0,00406	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
RD067 Aimorés	0,0005	0,0005	0,0005	0,00435	0,0005	0,0005	0,0005	0,00072	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 (mg/L)	MÁXIMOS				MEDIANAS				MÍNIMOS			
	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2017	2016	2018 (1º sem)
Limite DN 01/08 = 0,01 mg/L												
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	0,0134	0,0112	0,0184	s/ dados	0,0077	0,005	0,005	s/ dados	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
RD072 Rio Doce	0,0138	0,0271	0,0134	0,0188	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
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
RD035 Ipatinga	0,0148	0,01	0,0375	0,0187	0,005	0,005	0,005	0,0054	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	0,0055	0,005	0,005	0,005	0,005
RD083 Periquito	0,005	0,042	0,0282	0,0197	0,005	0,005	0,005	0,0067	0,005	0,005	0,005	0,005
RD044 Gov. Valadares (mont.)	0,005	0,056	0,0678	0,018	0,005	0,005	0,005	0,0052	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
RD053 Tumiritinga	0,005	0,094	0,0258	0,0184	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	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
RD059 Resplendor	0,0063	0,079	0,0181	0,0387	0,005	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	0,0104	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 (mg/L)	MÁXIMOS					MEDIANAS					MÍNIMOS					
	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018 (1º sem)		SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018 (1º sem)		SH (jan/10 a out/15)	2017	2016	2018 (1º sem)		
Limite DN 01/08 = 0,009 mg/L																
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	0,004	0,004	0,0044		s/ dados	0,004	0,004	0,004		s/ dados	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		
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		
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		
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		
RD035 Ipatinga	0,004	0,004	0,004	0,004		0,004	0,004	0,004	0,004		0,004	0,004	0,004	0,004		
RD033 Belo Oriente	0,0044	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		
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		
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		
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		
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		
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		
RD067 Aimorés	0,004	0,004	0,0375	0,005		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 (mg/L)	MÁXIMOS					MEDIANAS					MÍNIMOS					
	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018 (1º sem)		SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018 (1º sem)		SH (jan/10 a out/15)	2017	2016	2018 (1º sem)		
Limite DN 01/08 = 0,05 mg/L																
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	0,04	0,04	0,04		s/ dados	0,04	0,04	0,04		s/ dados	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		
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		
RD019 Rio Casca	0,04	0,04	0,04	0,04		0,04	0,04	0,04	0,04		0,04	0,04	0,04	0,04		
RD023 Marliéria	0,04	0,04	0,04	0,04		0,04	0,04	0,04	0,04		0,04	0,04	0,04	0,04		
RD035 Ipatinga	0,04	0,04	0,051	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		
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		
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		
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		
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		
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		
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		
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		

● 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 (µg/L)	MÁXIMOS					MEDIANAS					MÍNIMOS				
	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018 (1º sem)		SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018 (1º sem)		SH (jan/10 a out/15)	2017	2016	2018 (1º sem)	
Limite DN 01/08 = 0,2 µg/L															
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	0,2	0,2	0,2		s/ dados	0,2	0,2	0,2		s/ dados	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	
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	
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	
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	
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	
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	
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	
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	
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	
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	
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	
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	
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	

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

Níquel total (mg/L)	MÁXIMOS					MEDIANAS					MÍNIMOS				
	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018 (1º sem)		SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018 (1º sem)		SH (jan/10 a out/15)	2017	2016	2018 (1º sem)	
Limite DN 01/08 = 0,025 mg/L															
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	0,008	0,007	0,006		s/ dados	0,005	0,004	0,004		s/ dados	0,004	0,004	0,004	
RD071 Rio do Carmo	0,011	0,004	0,006	0,005		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	0,005		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	
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	
RD035 Ipatinga	0,005	0,005	0,027	0,006		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	0,006		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	
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	
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	
RD053 Tumiritinga	0,006	0,089	0,014	0,005		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	
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	
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	

● 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 (mg/L)	MÁXIMOS				MEDIANAS				MÍNIMOS			
	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2016	2017	2018 (1º sem)	SH (jan/10 a out/15)	2017	2016	2018 (1º sem)
Limite DN 01/08 = 0,18 mg/L												
RD011 Rio Gualaxo do Norte	s/ dados	0,02	0,02	0,364	s/ dados	0,02	0,02	0,02	s/ dados	0,02	0,02	0,02
RD071 Rio do Carmo	0,0597	0,4398	0,02	0,0249	0,02	0,0252	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
RD072 Rio Doce	0,074	0,0629	0,0233	0,0768	0,02	0,02	0,02	0,0208	0,02	0,02	0,02	0,02
RD019 Rio Casca	0,0493	0,0274	0,024	0,206	0,0213	0,02	0,02	0,0242	0,02	0,02	0,02	0,02
RD023 Marliéria	0,0631	0,0416	0,0445	0,0301	0,023	0,0224	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
RD035 Ipatinga	0,071	0,0916	0,064	0,0325	0,0269	0,034	0,0258	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
RD033 Belo Oriente	0,0679	0,0471	0,1341	0,0479	0,0237	0,0286	0,0352	0,0315	0,02	0,02	0,02	0,02
RD083 Periquito	0,0307	0,0557	0,0488	0,0331	0,02	0,02	0,02	0,0235	0,02	0,02	0,02	0,02
RD044 Gov. Valadares (mont.)	0,0823	0,1282	0,0565	0,0376	0,0218	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	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
RD053 Tumiritinga	0,1834	0,2956	0,1327	0,0227	0,0215	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	0,0247	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
RD059 Resplendor	0,0987	0,1378	0,0334	0,0256	0,0316	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
RD067 Aimorés	0,0861	0,0857	0,0396	0,1196	0,0254	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