



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

# MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DO RIO DOCE NO ESTADO DE MINAS GERAIS

## RELATÓRIO TÉCNICO

Acompanhamento da Qualidade das Águas do Rio  
Doce Após o Rompimento da Barragem da Samarco  
no distrito de Bento Rodrigues – Mariana/MG

MAIO DE 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, Bióloga

**ESPAÇO DESTINADO PARA INFORMAÇÕES DE  
CATALOGAGEM E PUBLICAÇÃO**

**REALIZAÇÃO:**

---

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

---

**DIRETOR DE OPERAÇÕES E EVENTOS CRÍTICOS - DMEC**

Heitor Soares Moreira

**Gerente de Monitoramento de Qualidade das Águas - GEMOQ**

Katiane Cristina de Brito Almeida

**Equipe Técnica**

Carolina Cristiane Pinto, Engenheira Química

Mariana Elissa Vieira de Souza, Geógrafa

Matheus Duarte Santos, Geógrafo

Natália Manuele Gomes de Oliveira, graduanda em Engenharia Ambiental

Regina Márcia Pimenta Assunção, Bióloga

Sérgio Pimenta Costa, Biólogo

Vanessa Kelly Saraiva, Química

## 1. INTRODUÇÃO

O monitoramento da qualidade das águas na bacia hidrográfica do Rio Doce é realizado pelo Igam, por meio do Programa Águas de Minas, desde o ano de 1997. Este monitoramento contempla atualmente 64 estações de amostragem de água, onde são realizadas coletas e análises laboratoriais com periodicidade trimestral e avaliação de aproximadamente 50 parâmetros físico-químicos e hidrobiológicos. Nas 12 estações de monitoramento localizadas na calha do rio Doce, as coletas e análises são realizadas mensalmente.

Em decorrência do rompimento de uma barragem de propriedade da SAMARCO, no distrito de Bento Rodrigues, com consequências em toda a extensão do rio Doce, o Igam intensificou o monitoramento já executado na bacia por meio da elaboração de um plano de monitoramento emergencial da qualidade das águas dos principais corpos de água afetados pelo desastre. Este plano contemplou a seleção dos pontos, dos parâmetros e da frequência da coleta das amostras, com o objetivo de avaliar o grau de interferência dos recursos hídricos afetados, permitindo, ainda, a avaliação dos níveis de poluição e degradação ambiental.

O Igam possui contrato firmado com o Instituto SENAI de Tecnologia em Meio Ambiente para o monitoramento da qualidade das águas do Estado de Minas Gerais, para a execução do projeto Águas de Minas. Desta forma, o SENAI foi acionado para a execução do plano de monitoramento emergencial. Este monitoramento especial teve início no dia seguinte ao evento, com o planejamento do roteiro e deslocamento da equipe para a área.

A partir do dia 7 de novembro de 2015, as coletas se iniciaram em 12 pontos da calha do rio Doce, sendo estes pontos coincidentes com os pontos do monitoramento executados no programa Águas de Minas. A seleção dos pontos de monitoramento teve o intuito de facilitar a interpretação dos resultados, uma vez que já existe série histórica robusta e seria possível uma comparação com os dados do monitoramento já realizado pelo Igam ao longo dos últimos anos. Devido ao volume de rejeitos e dificuldade de acesso nos pontos de monitoramento do rio do Carmo, o monitoramento neste rio teve início somente a partir do dia 21 de novembro de 2015. Houve a tentativa de amostrar um ponto adicional, no reservatório da UHE Risoleta Neves (Candonga), que foi suspenso em virtude da quantidade de sedimentos e rejeitos ali depositados.

Os parâmetros foram selecionados para avaliação das possíveis alterações dos corpos de água em função das características do rejeito e da capacidade de arraste e revolvimento de material de fundo com o deslocamento da pluma. Foi definida inicialmente frequência diária para as amostragens das águas superficiais e semanal para os sedimentos. Em função das necessidades de acompanhamento dos períodos chuvosos ou secos, as frequências de coletas passaram por alterações ao longo do tempo, conforme apresentado (Quadro 1).

**Quadro 1: Quadro resumo com alterações da frequência das coletas de amostras de água e sedimentos do monitoramento especial do rio Doce.**

Tipo de amostra	Data a partir da qual houve alteração da frequência de coleta					
	07/11/2015	03/12/2015	04/01/2016	10/10/2016	05/12/2016	17/07/2017
Água	Diária	Semanal	Quinzenal	Mensal	Semanal	Mensal
Sedimento	Semanal	Mensal	Mensal	Semestral	Semestral	Semestral

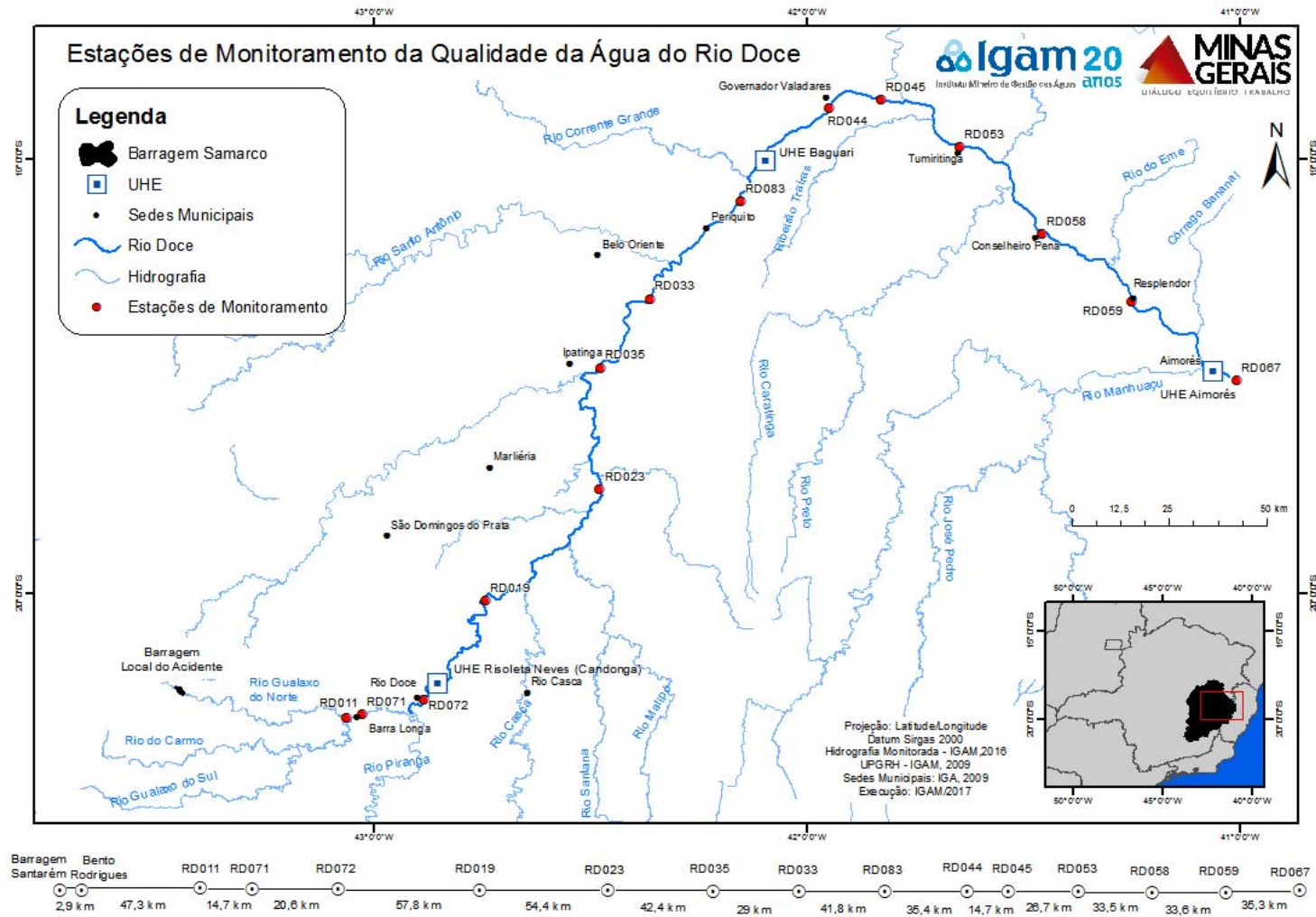
Para a avaliação da qualidade águas superficiais, foram selecionados os seguintes parâmetros: condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, pH, temperatura, sólidos totais, sólidos dissolvidos totais, sólidos em suspensão totais, turbidez e arsênio total, bem como os metais: alumínio dissolvido, ferro dissolvido, cobre dissolvido, cromo total, cádmio total, chumbo total manganês total, mercúrio total e níquel total. Além disso, foi implantado em 25 de novembro de 2015, um ponto de monitoramento no rio Gualaxo do Norte (RD011) e, para subsidiar as interpretações e tomadas de decisão, foi realizada análise de metais em sedimentos. Na estação de monitoramento no rio do Carmo, no distrito de Barra Longa (RD071), as coletas se iniciaram em 21 de novembro de 2015.

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

**Tabela 1: Descrição das estações de monitoramento avaliadas no monitoramento especial do 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"

Figura 1: Localização geográfica das estações de monitoramento especial do rio Doce.



## 2. Padrões de Qualidade

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**.

No âmbito do Estado de Minas Gerais, a norma correspondente à resolução acima citada é a **Deliberação Normativa Conjunta Copam/CERH-MG nº 01, de 5 de maio de 2008**. Tendo em vista que este relatório trata de rio de domínio da União e de rios de domínio do Estado de Minas Gerais, e considerando que não há divergência entre os limites e os parâmetros estabelecidos para rios de Classe 2, nas duas normas citadas, adotar-se-á, para fins de citação e referência, a Deliberação Normativa Conjunta Copam/CERH-MG nº 01/2008. Ressalta-se que o parâmetro sólidos em suspensão totais possui padrão de qualidade previsto apenas na norma estadual (Tabela 2).

**Tabela 2: Limites para os parâmetros físico-químicos definidos segundo a Deliberação Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008 dos limites para águas de Classe 2 em relação aos parâmetros avaliados.**

Parâmetros	LIMITE DN COPAM/CERH-MG – 01/2008 - Classe 2
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L
Arsênio total	0,01 mg/L
Cádmio total	0,001mg/L
Chumbo total	0,01 mg/L
Cobre dissolvido	0,009 mg/L
Cromo total	0,05 mg/L
Ferro dissolvido	0,3 mg/L
Manganês total	0,1 mg/L
Merúrio total	0,2 µg/L
Níquel total	0,025 mg/L
Oxigênio dissolvido	> 5 mg/L
pH <i>in loco</i>	6 a 9
Sólidos em suspensão totais	100 mg/L
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)	500 mg/L
Turbidez	100 NTU
Zinco total	0,18 mg/L

### 3. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O objetivo deste relatório é apresentar a evolução da qualidade das águas no rio Doce, no período de novembro de 2015 a dezembro de 2017 para as águas superficiais..

A seguir serão apresentados os gráficos e discutidos os resultados dos parâmetros que apresentaram violação em pelo menos um dos meses de outubro, novembro e dezembro de 2017, em pelo menos uma estação de amostragem. Os gráficos contemplarão os resultados da série histórica do monitoramento especial de todo o período de 7 de novembro de 2015 a 7 de dezembro de 2017.

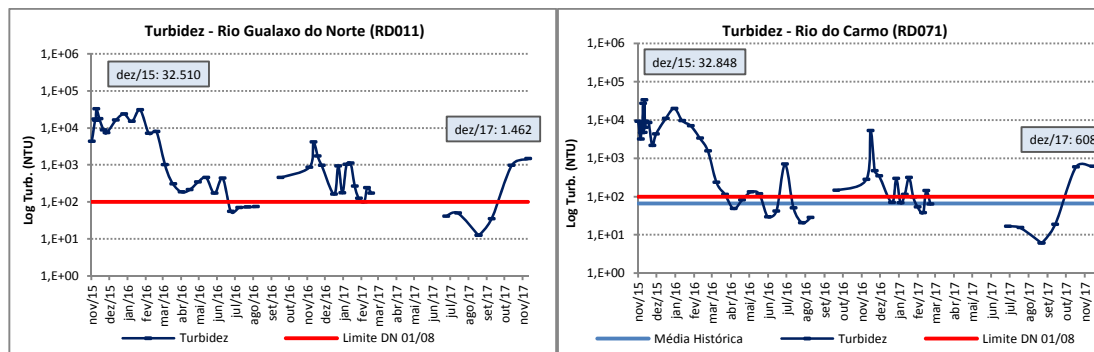
Os resultados dos demais parâmetros serão apresentados no link: <http://www.igam.mg.gov.br/monitoramento-da-qualidade-das-aguas2/monitoramento-da-qualidade-das-aguas-superficiais-do-rio-doce-no-estado-de-minas-gerais>.

Nas figuras abaixo serão destacados os maiores registros obtidos nas datas próximas ao rompimento da barragem e valor obtido na última campanha em cada ponto de monitoramento. Ressalta-se que no mês de setembro de 2016 e entre os meses de abril e junho de 2017 não foram realizadas amostragens, em função de lapso do contrato de prestação de serviços com o laboratório.

#### *Turbidez*

Na Figura 2 são apresentados os valores de turbidez obtidos no período de 21 de novembro de 2015 a 4 de dezembro de 2017 nas estações de amostragem localizadas no rio Gualaxo do Norte, próximo de sua foz no rio Doce (RD011), e no rio do Carmo, em Barra Longa (RD071). No período chuvoso de outubro/16 a março/17 observou-se uma elevação nos teores de turbidez em ambas estações, chegando a atingir o valor de 4.105 NTU e 5.228 NTU nas estações RD011 e RD071, respectivamente, em dezembro de 2016. Nas últimas amostragens, , é possível verificar novamente uma elevação, registrando os valores de 1.462 NTU e 608 NTU, respectivamente em 4 de dezembro de 2017, estando esses registros acima do limite de classe 2 (100 NTU), e no rio do Carmo (RD071) também acima da média da série histórica de montiramento do Igam, no período pré-rompimento.

**Figura 2: Resultados de turbidez nos rios Gualaxo do Norte (RD011) e do Carmo (RD071), obtidos no monitoramento especial, em escala logarítmica.**



Na Figura 3 são apresentados os valores de turbidez obtidos no período de 7 de novembro de 2015 a 07 de dezembro de 2017 nas estações de amostragem localizadas ao longo do rio Doce. Destaca-se que o trecho entre os municípios Rio Doce (RD019) e Belo Oriente (RD035) os

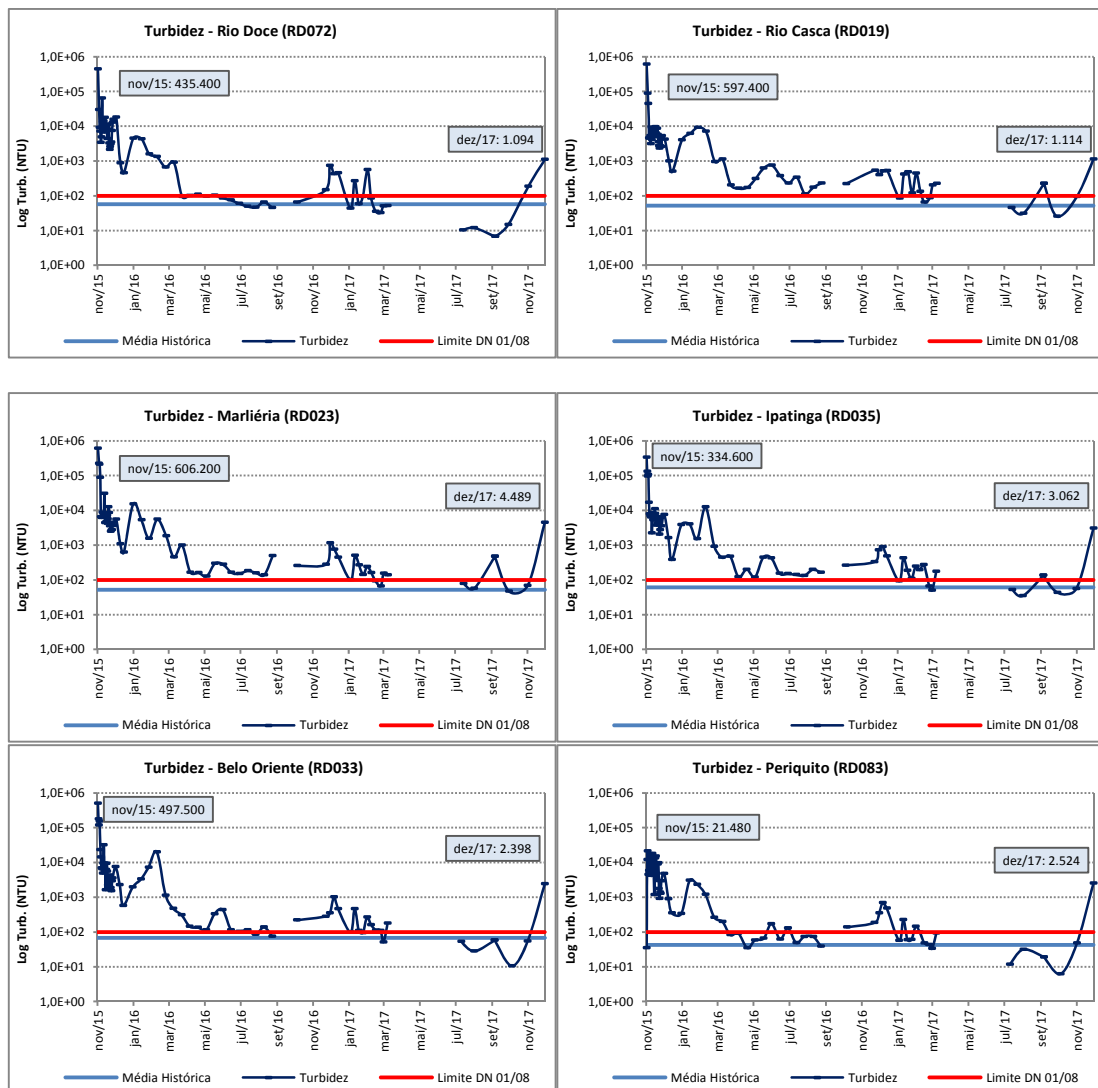


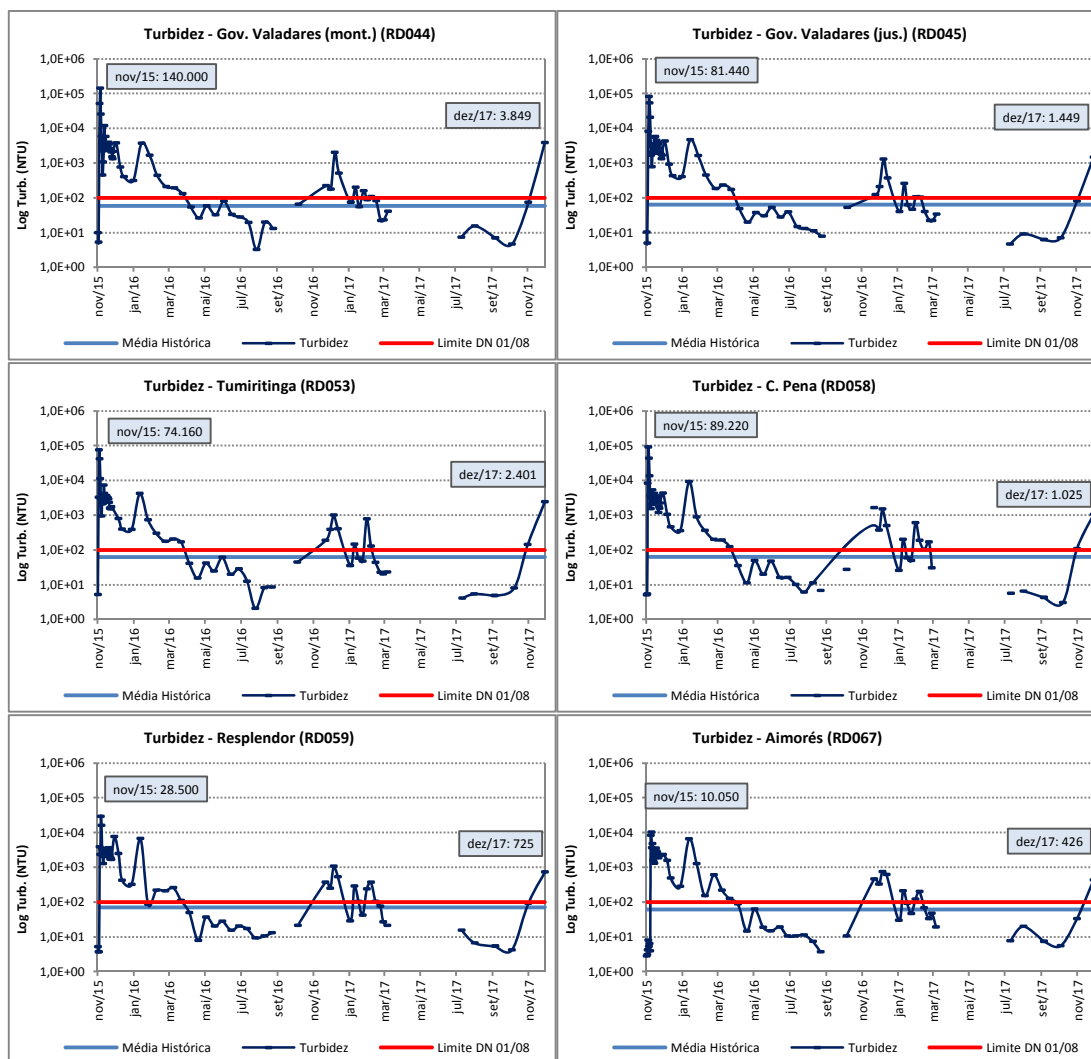
valores de turbidez se apresentaram na ordem de centenas de milhares de NTU nas datas próximas ao rompimento da barragem.

Na análise do trimestre de outubro, novembro e dezembro de 2017 observa-se uma elevação crescente dos valores de turbidez em todos os pontos do rio Doce, chegando a apresentar o valor de 4.489 NTU na estação de amostragem localizada no município de Marliéria (RD023). Ressalta-se que este ponto está localizado em um trecho bastante encaixoeirado, o que pode favorecer o revolvimento de material do fundo e elevação dos níveis de turbidez

Vale ressaltar que todos os gráficos indicam uma curva ascendente dos últimos resultados (início do período chuvoso), levando à previsão de que toda a extensão atingida pelo rompimento da barragem poderá apresentar violações para o parâmetro turbidez, durante o período chuvoso, que vai até março de 2018.

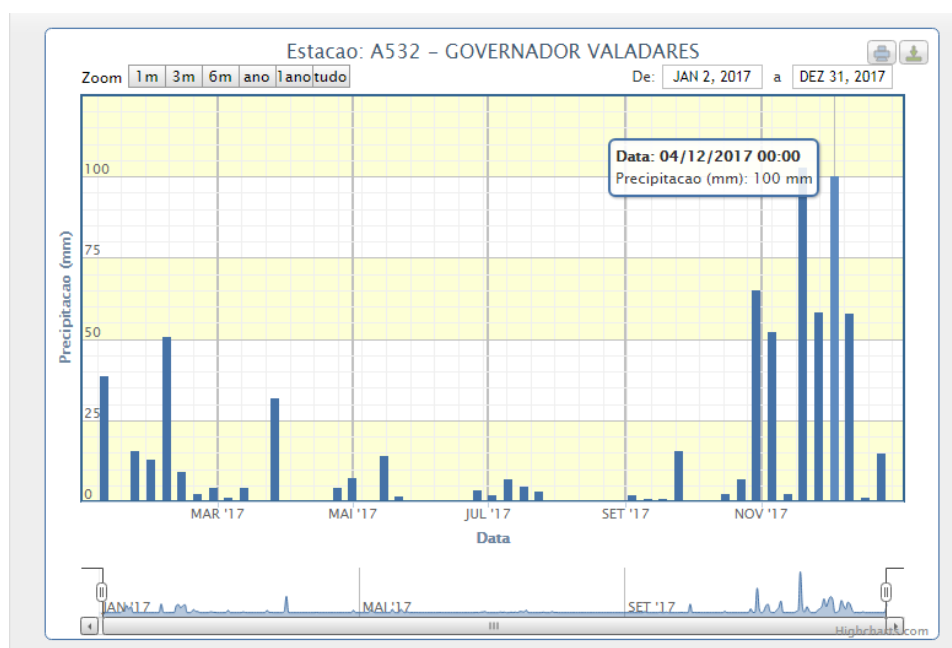
**Figura 3: Resultados de turbidez no rio Doce, entre os municípios de Rio Doce e Aimorés, obtidos no monitoramento especial, em escala logarítmica.**





Na Figura 4 são apresentados os dados de chuva acumulada diária entre os meses de janeiro de 2017 e dezembro de 2017 no município de Governador Valadares, retirado do site do INMET. Destaque para o acumulado de chuva para o período próximo ao dia 04/12/2017, quando ocorreram os maiores acumulados de chuvas (em torno de 100 mm), em datas próximas às coletas realizadas pelo Igam. De acordo com dados do SIMGE/Igam, é esperado que em novembro, dezembro e janeiro haja grandes acumulados de chuvas, uma vez que estes são climatologicamente os meses mais chuvosos na região. Desta forma, esse gráfico confirma o aumento das chuvas nos meses de novembro e dezembro de 2017.

Figura 4: Acumulados de chuva diária no município de Governador Valadares, obtidos pelo INMET.



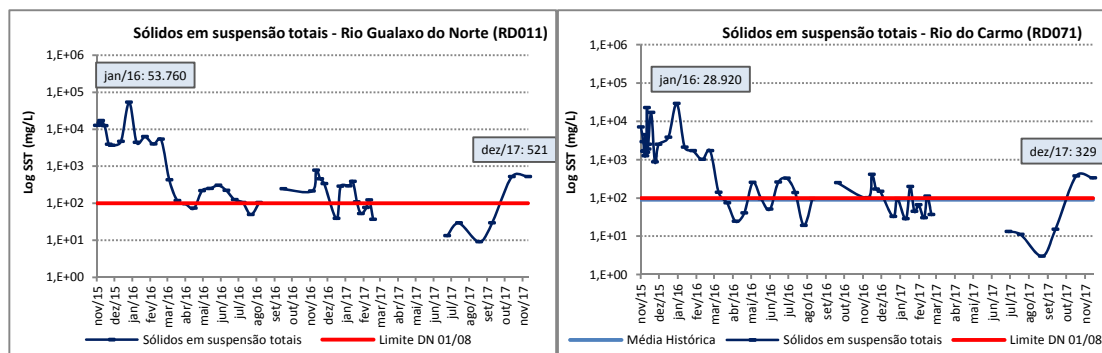
Fonte: [http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede\\_estacoes\\_auto\\_graf](http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf)

### Sólidos em suspensão totais

Na Figura 5 são apresentados os resultados de sólidos em suspensão totais obtidos no período de 21 de novembro de 2015 a 4 de dezembro de 2017 nas estações de amostragem localizadas no rio Gualaxo do Norte, próximo de sua foz no rio do Carmo (RD011), e no rio do Carmo, em Barra Longa (RD071).

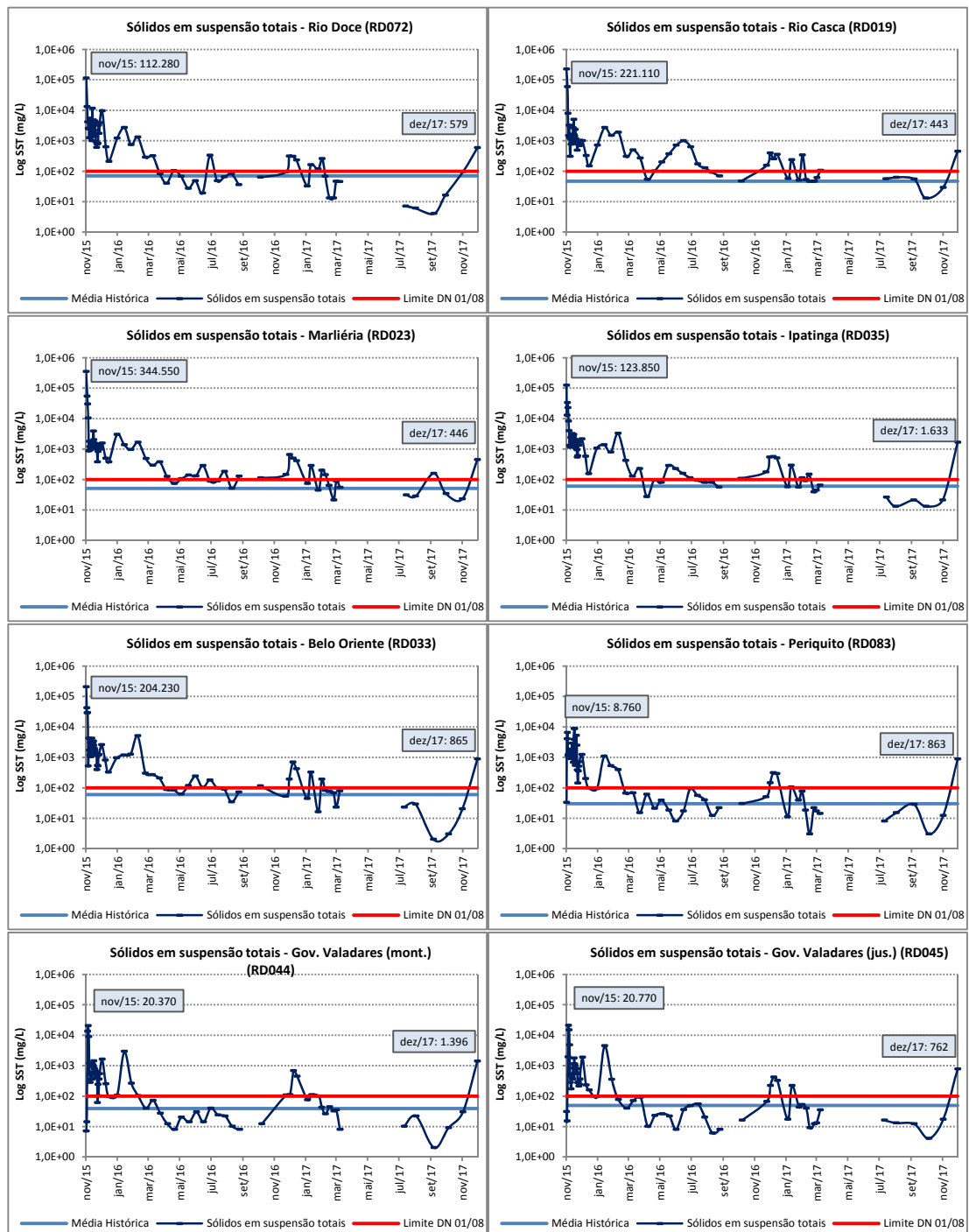
Observa-se que todos os resultados de sólidos em suspensão totais obtidos até o mês de março de 2016 estiveram acima do limite de classe 2 em ambas estações de amostragem. A partir de abril de 2016 os valores passaram a apresentar oscilações registrando alguns valores abaixo do limite de classe 2, e estas oscilações permaneceram durante o último período chuvoso de outubro de 2016 a março de 2017, em ambas estações de amostragem. Com relação aos últimos resultados, os valores deste parâmetro voltaram a apresentar registros acima do limite de classe 2, apresentando, respectivamente 521 e 329 mg/L de sólidos em suspensão totais.

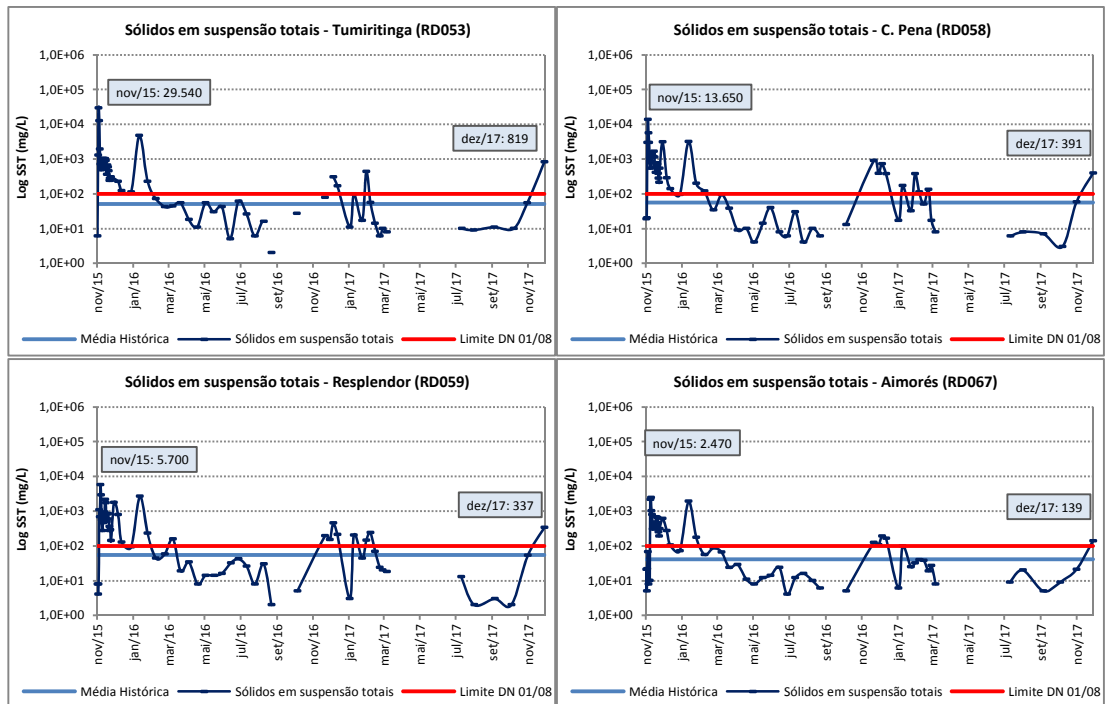
Figura 5: Resultados de sólidos em suspensão totais nos rios Gualaxo do Norte (RD011) e do Carmo (RD071), obtidos no monitoramento especial, em escala logarítmica.



Na Figura 6 são apresentados os valores de sólidos em suspensão totais obtidos no período de 7 de novembro de 2015 a 7 de dezembro de 2017 nas estações de amostragem localizadas no rio Doce, entre os municípios de Rio Doce e Aimorés. Com relação à última medição, todos os pontos apresentaram violação do limite de classe e acima da média da série histórica de monitoramento. Esses resultados refletem a influência das chuvas sobre a qualidade das águas, uma vez que ocorre o carreamento de material depositado nas margens, e o aumento da velocidade também proporciona revolvimento do material de fundo e disponibilização de sólidos para a coluna d'água.

**Figura 6: Resultados de sólidos em suspensão totais no rio Doce, entre os municípios de Rio Doce e Aimorés, obtidos no monitoramento especial, em escala logarítmica.**

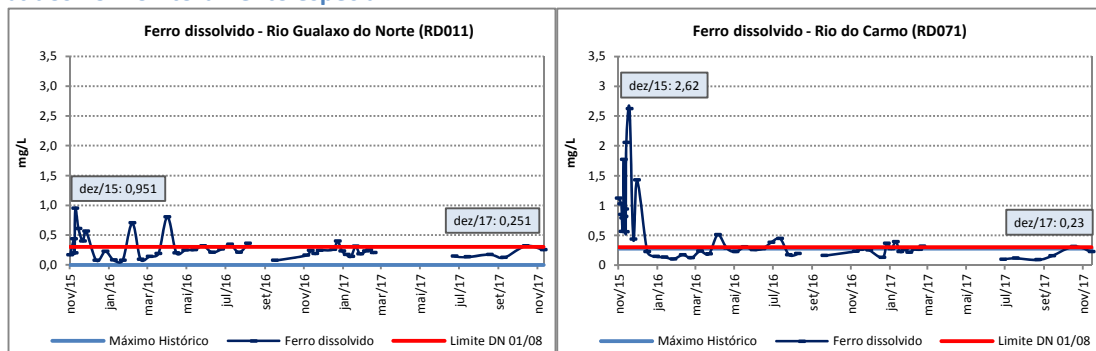




### Ferro dissolvido

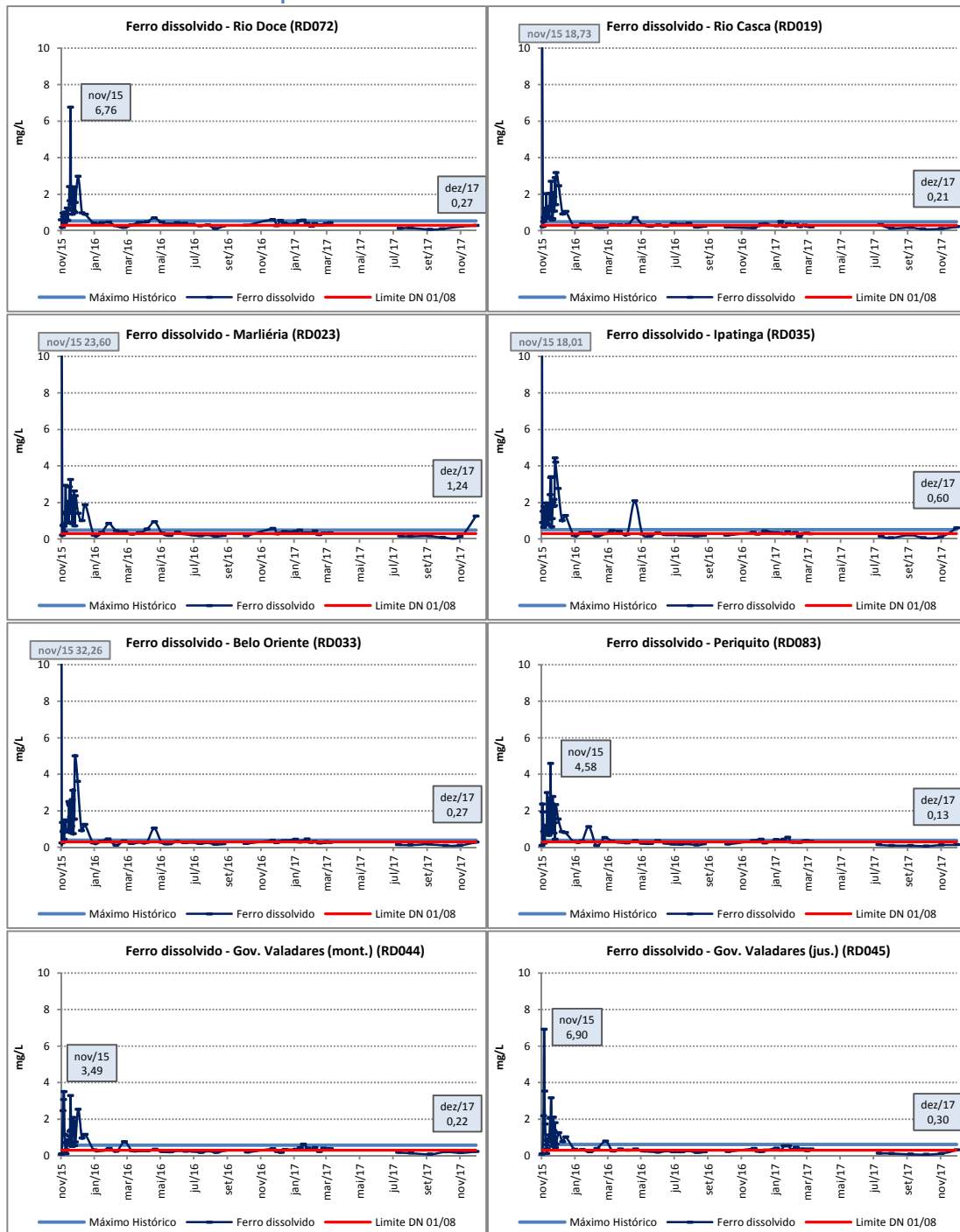
Na Figura 7 são apresentados os valores de ferro dissolvido obtidos no período de 21 de novembro de 2015 a 4 de dezembro de 2017 nas estações de amostragem localizadas no rio Gualaxo do Norte, próximo de sua foz no rio do Carmo (RD011), e no rio do Carmo, em Barra Longa (RD071). É possível verificar que o ferro dissolvido apresentou valores ligeiramente acima do limite legal, na coleta realizada em novembro de 2017.

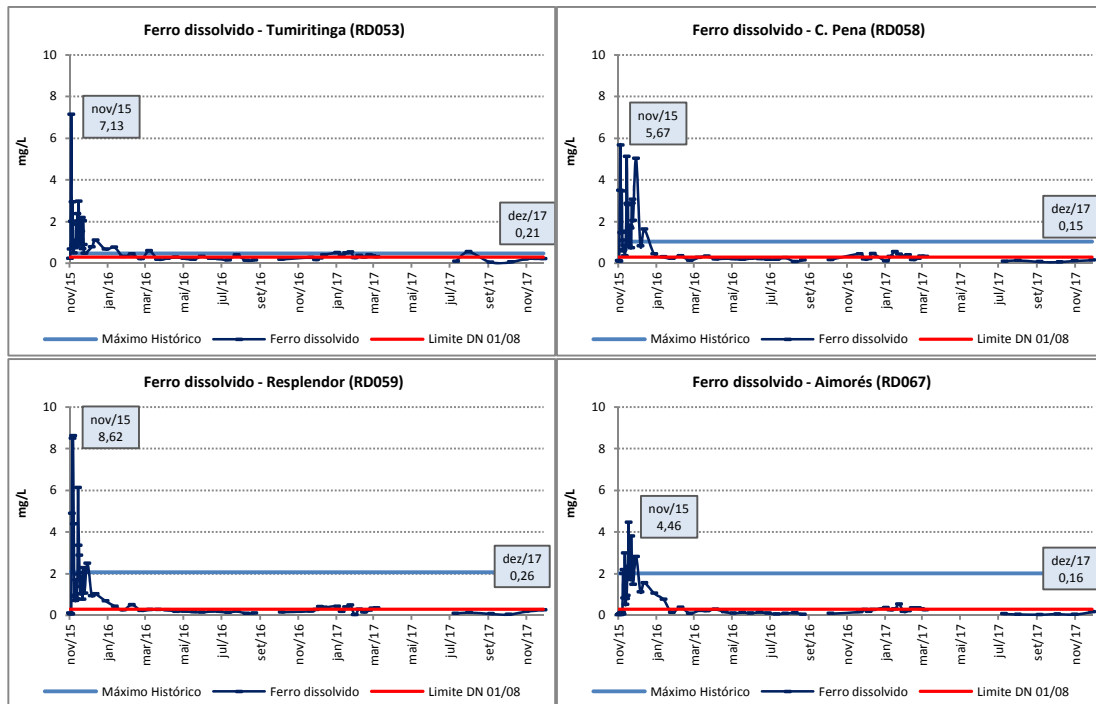
**Figura 7: Resultados de ferro dissolvido nos rios Gualaxo do Norte (RD011) e do Carmo (RD071), obtidos no monitoramento especial.**



Na Figura 8 são apresentados os valores de ferro dissolvido obtidos no período de 7 de novembro de 2015 a 7 de dezembro de 2017 nas estações de amostragem localizadas no rio Doce, entre os municípios de Rio Doce e Aimorés. No período entre outubro a dezembro de 2017, observou-se que somente as estações localizadas em Marliéria (RD023) e Ipatinga (RD035) apresentaram registros de ferro acima do limite de classe (0,3 mg/L) e acima do máximo da série histórica de monitoramento, do período pré-rompimento. Os demais pontos estiveram abaixo do limite de classe e abaixo do máximo histórico.

Figura 8: Resultados de ferro dissolvido no rio Doce, entre os municípios de Rio Doce e Aimorés, obtidos no monitoramento especial.

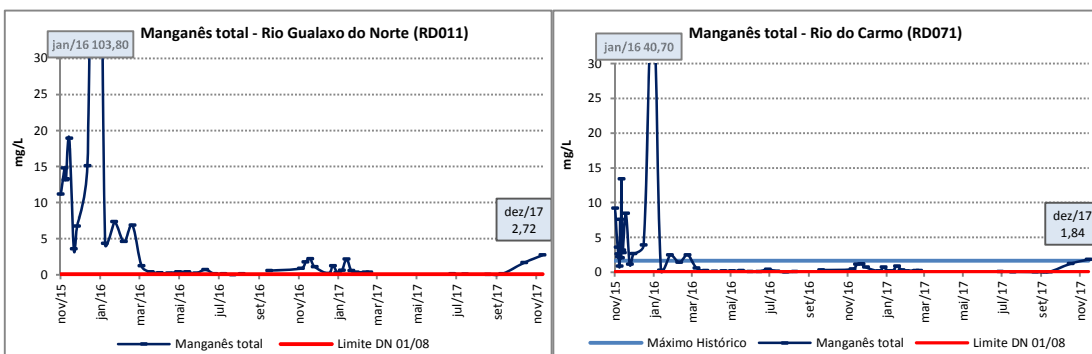




### Manganês total

Na Figura 9 são apresentados os valores de manganês total obtidos no período de 21 de novembro de 2015 a 4 de dezembro de 2017 nas estações de amostragem localizadas no rio Gualaxo do Norte, próximo de sua foz no rio do Carmo (RD011), e no rio do Carmo, em Barra Longa (RD071). Na avaliação dos últimos resultados obtidos, observa-se que este parâmetro apresentou violação do limite de classe 2 em ambos os pontos, à semelhança do ocorrido no período chuvoso anterior. Ressalta-se que na estação de amostragem localizada no rio do Carmo (RD071), o valor de manganês obtido na última campanha, dezembro de 2017, se encontrou também acima do máximo da série histórica do Igam.

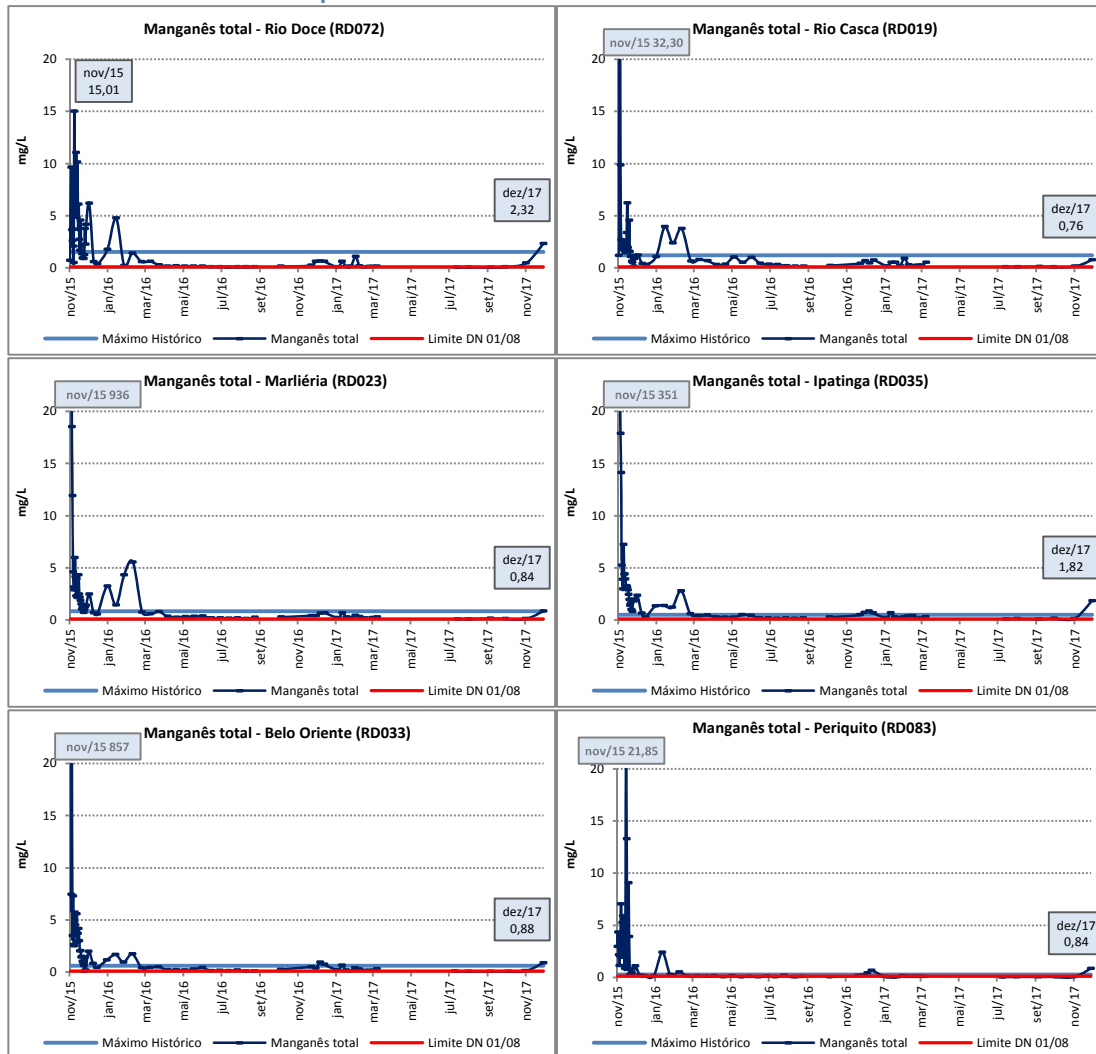
Figura 9: Resultados de manganês total nos rios Gualaxo do Norte e do Carmo, obtidos no monitoramento especial.



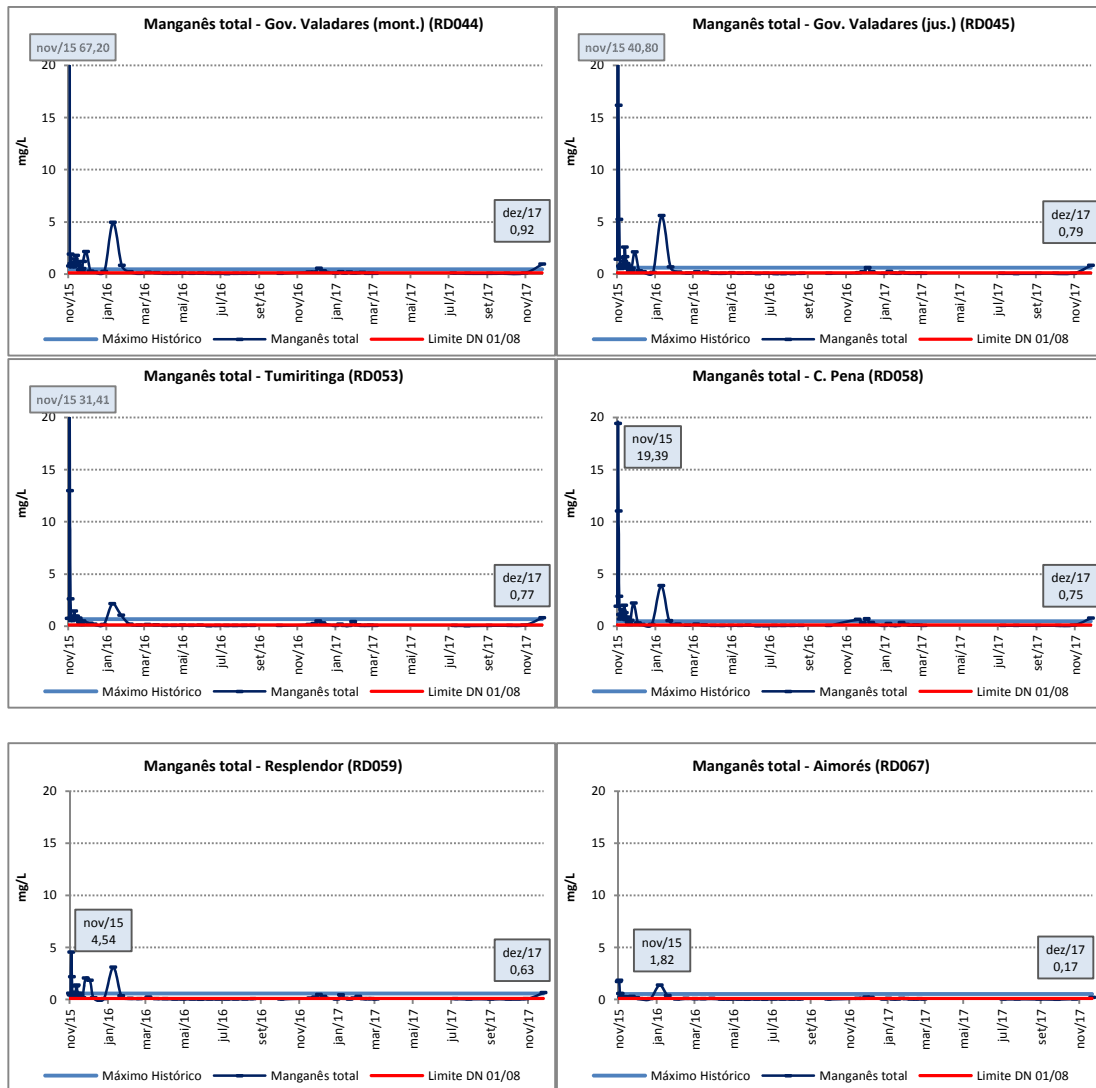
Na Figura 10 são apresentados os resultados de manganês total obtidos no monitoramento especial nas estações de amostragem localizadas no rio Doce entre os municípios de Rio Doce (RD072) e Aimorés (RD067) no período de novembro de 2015 a dezembro de 2017. Com relação aos resultados mais recentes, observou-se violações de manganês no mês de dezembro ao longo de todo o rio Doce. Valores acima do máximo histórico neste mesmo mês

também foram registrados ao longo de todo o rio Doce, exceções ocorreram somente em Rio Casca (RD019), Marliéria (RD023) e Aimorés (RD067).

Figura 10: Resultados de manganês total no rio Doce, entre os municípios de Rio Doce e Aimorés, obtidos no monitoramento especial.



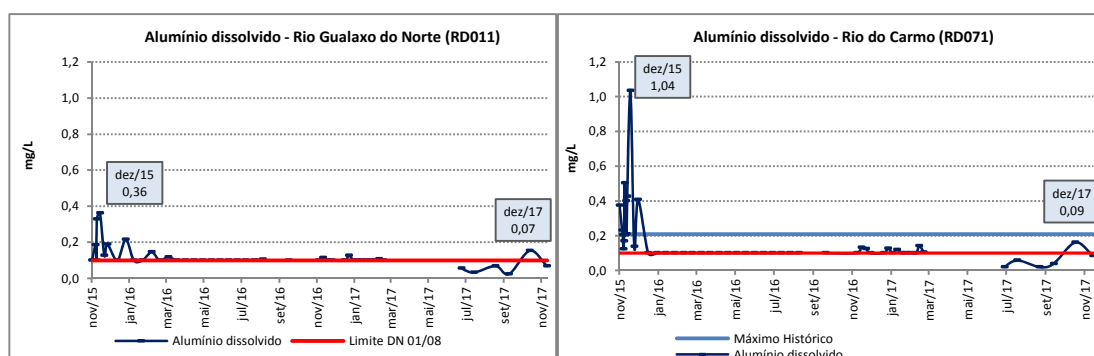




### Alumínio dissolvido

Na Figura 11 são apresentados os valores de alumínio dissolvido obtidos no período de 21 de novembro de 2015 a 4 de dezembro de 2017 nas estações de amostragem localizadas no rio Gualaxo do Norte, próximo de sua foz no rio do Carmo (RD011), e no rio do Carmo, em Barra Longa (RD071). Analisando os resultados mais recentes, nota-se que ambas as estações de amostragem voltaram a apresentar violações para o parâmetro, a exemplo do que havia ocorrido no período chuvoso anterior. Mesmo assim, vale dizer que, no ponto localizado no rio do Carmo, os resultados permanecem abaixo do máximo histórico desde a passagem da pluma principal, ocorrida ainda em dezembro de 2015.

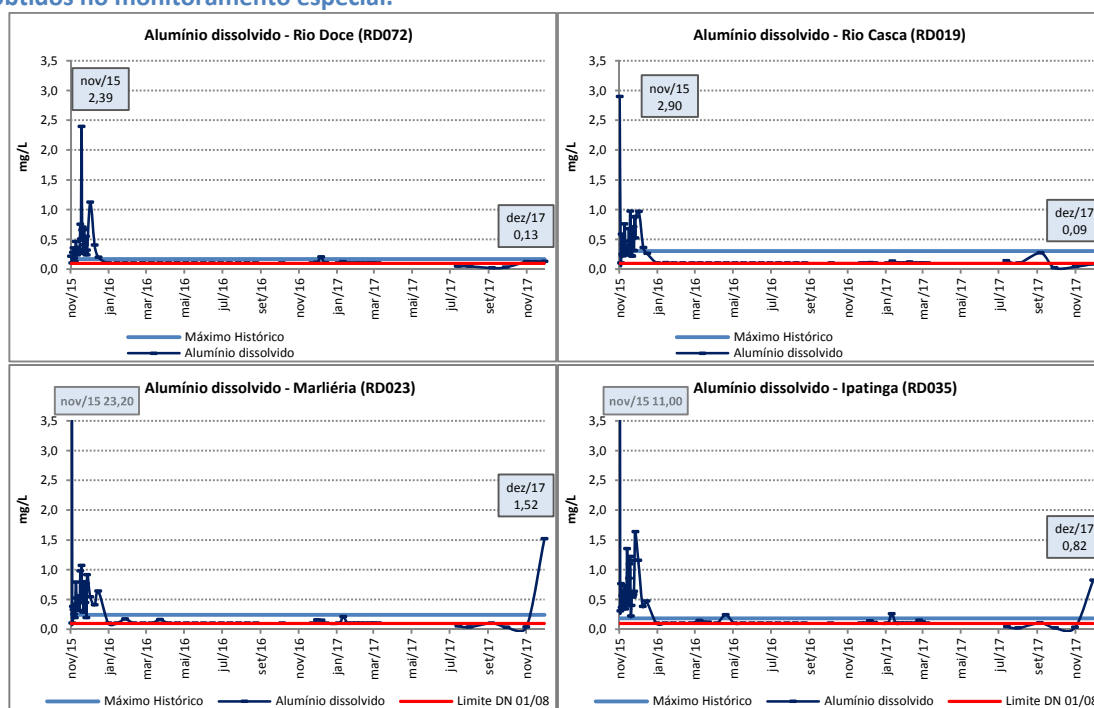
**Figura 11: Resultados de alumínio dissolvido nos rios Gualaxo do Norte e do Carmo, obtidos no monitoramento especial.**

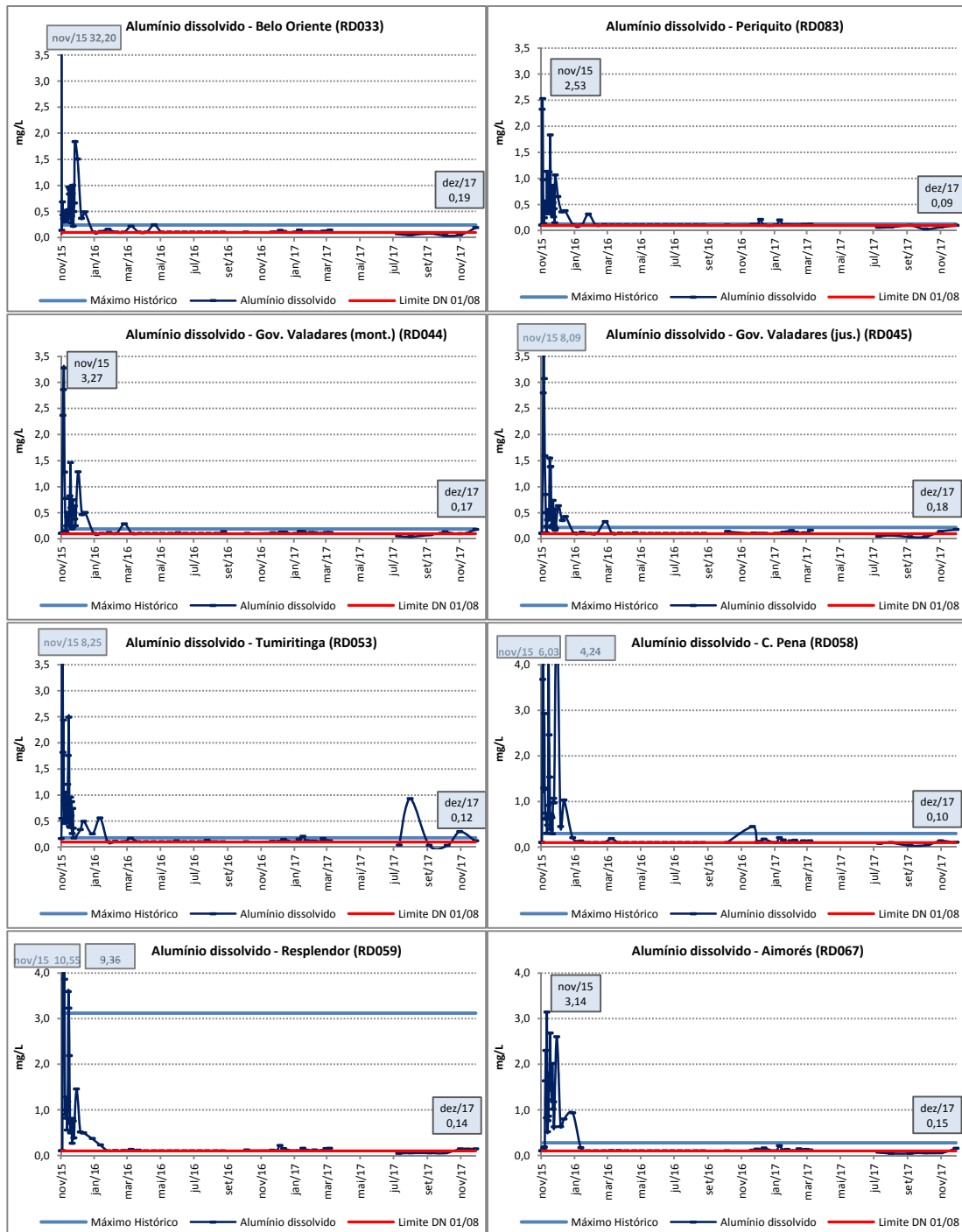


Na Figura 12 são apresentados os valores de alumínio dissolvido obtidos no período de 7 de novembro de 2015 a 7 de dezembro de 2017 nas estações de amostragem localizadas no rio Doce, entre os municípios de Rio Doce e Aimorés. Nesses gráficos são destacados os maiores registros de alumínio obtidos logo após o rompimento da barragem, além do valor de alumínio obtido na última campanha de amostragem para cada estação de monitoramento.

Desta forma, é possível observar que, assim como ocorrido no período chuvoso anterior (out/16 a mar/17), ocorreram algumas violações do limite de classe 2 para alumínio dissolvido. Os pontos que apresentaram esses registros são aqueles localizados no município de Rio Doce (RD072), Marliéria (RD023), Ipatinga (RD035), Belo Oriente (RD033), Governador Valadares (RD044 e RD045), Tumiritinga (RD053), Resplendor (RD059) e Aimorés (RD067). Os valores obtidos de alumínio da campanha de dezembro de 2017 em Marliéria e Ipatinga estiveram acima do máximo da série histórica do Igam, os demais resultados estiveram abaixo do respectivo máximo da série histórica.

**Figura 12: Resultados de alumínio dissolvido no rio Doce, entre os municípios de Rio Doce e Aimorés, obtidos no monitoramento especial.**

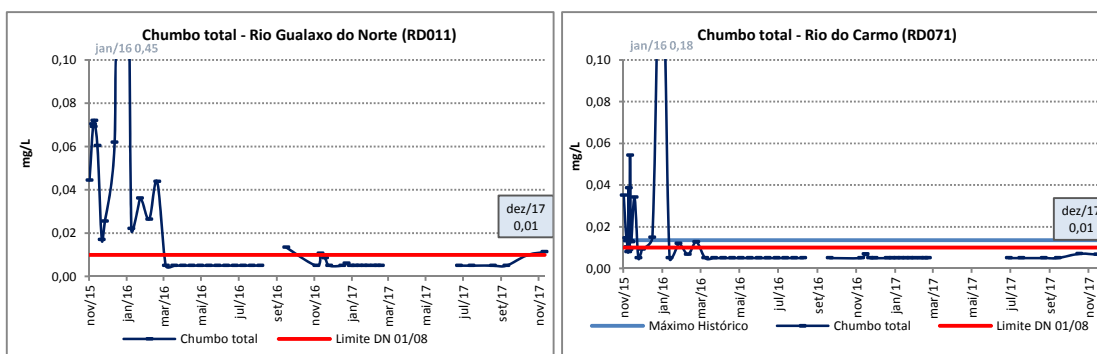




### Chumbo total

Na Figura 13 são apresentados os valores de chumbo total obtidos no período de 21 de novembro de 2015 a 4 de dezembro de 2017 nas estações de amostragem localizadas no rio Gualaxo do Norte (RD011) e no rio do Carmo (RD071). Analisando os resultados mais recentes, nota-se que ambas as estações de amostragem não apresentaram registros de violações para o chumbo. Mesmo assim, vale dizer que, no ponto localizado no rio do Carmo, os resultados permanecem abaixo do máximo histórico desde a passagem da pluma principal, ocorrida ainda em dezembro de 2015.

**Figura 13: Resultados de chumbo total nos rios Gualaxo do Norte e do Carmo, obtidos no monitoramento especial.**

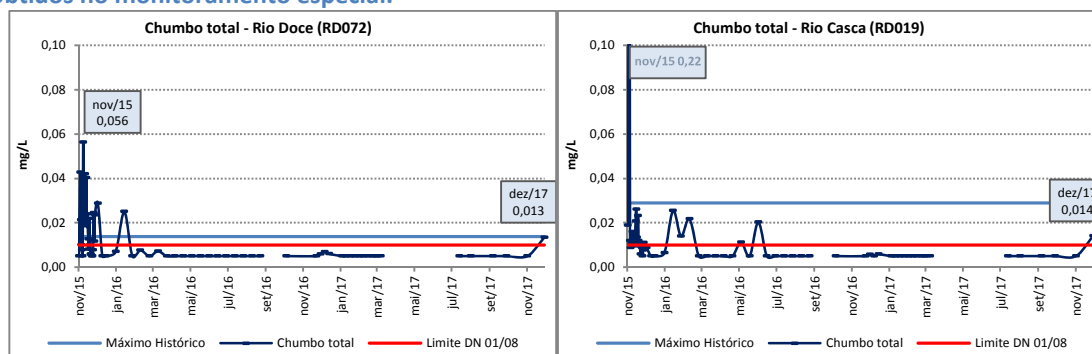


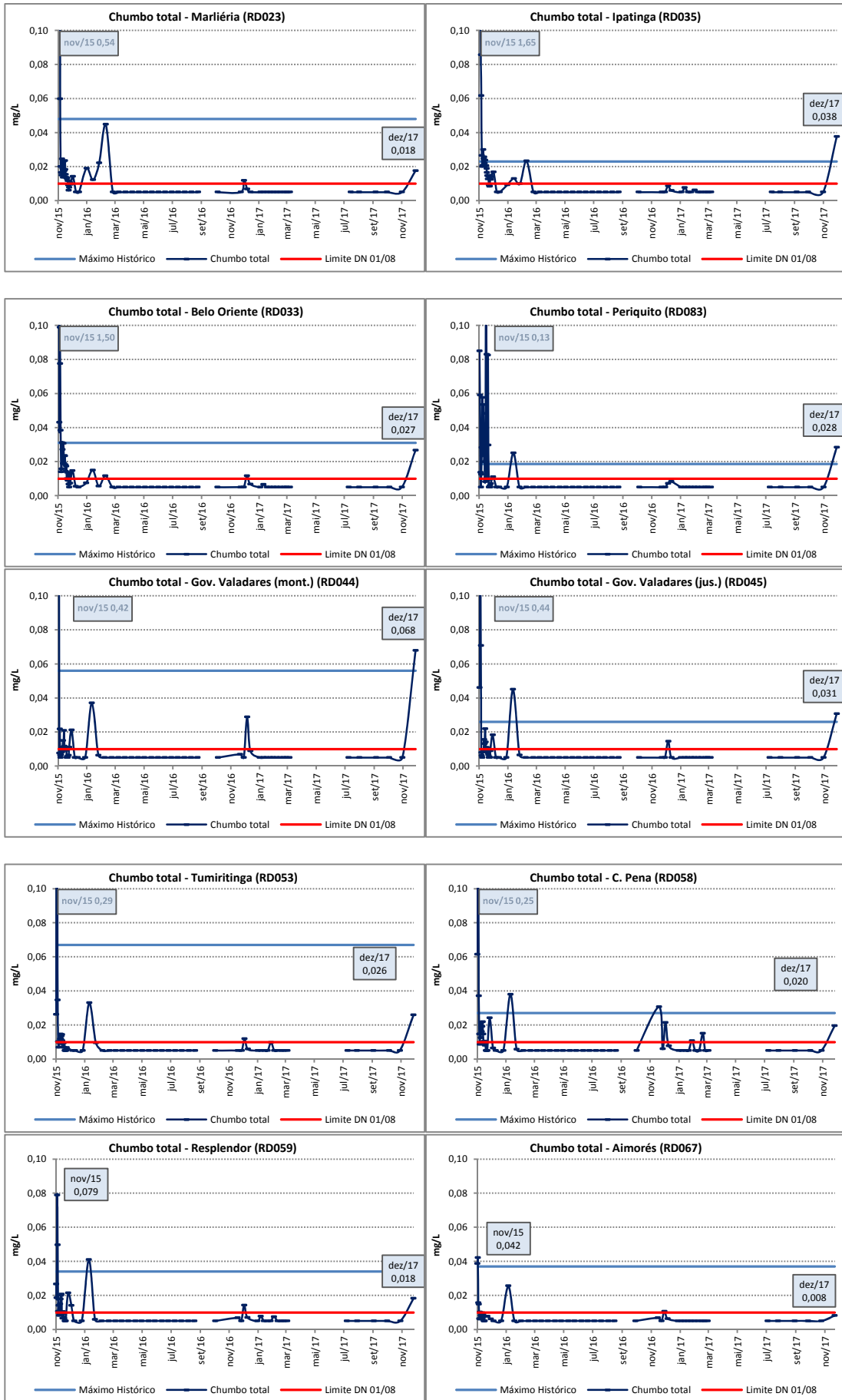
Na Figura 14 são apresentados os valores de chumbo total obtidos no período de 7 de novembro de 2015 a 7 de dezembro de 2017 nas estações de amostragem localizadas no rio Doce, entre os municípios de Rio Doce e Aimorés. Nesses gráficos são destacados os maiores registros de chumbo total logo após o rompimento da barragem, além do valor obtido na última campanha de amostragem para cada estação de monitoramento.

A exceção do ponto localizado em Aimorés (RD067), todos os demais pontos da calha do rio Doce apresentaram violação do limite de classe para o chumbo em dezembro de 2017. Valores acima do máximo da série histórica de monitoramento do Igam nesta última campanha também foram registrados em Ipatinga (RD035), Periquito (RD083) e Governador Valadares (RD044 e RD045). Esses resultados refletem os impactos do início das chuvas sobre a qualidade das águas do rio Doce. Durante todo o período de estiagem os valores deste parâmetro estiveram abaixo do limite de classe e abaixo do máximo histórico, contudo com o início das chuvas os valores voltam a apresentar desconformidades. Esse fato pode estar associado ao revolvimento de material depositado no leito do rio, bem como o carreamento do material das margens e sua disponibilização para a coluna d'água.

O valor máximo da série histórica do Igam para cada ponto de monitoramento indica que, mesmo antes do rompimento da barragem, o chumbo já havia sido detectado em concentrações acima do limite estabelecido para a classe de enquadramento.

**Figura 14: Resultados de chumbo total no rio Doce, entre os municípios de Rio Doce e Aimorés, obtidos no monitoramento especial.**



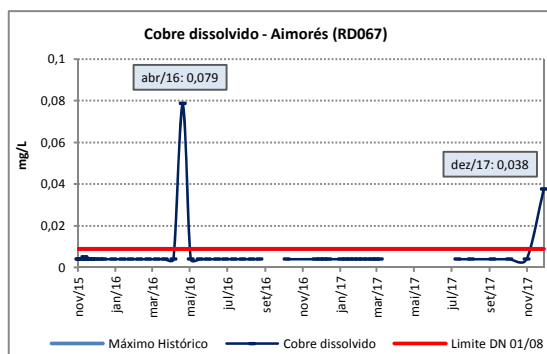


### **Arsênio total, cádmio total, cobre dissolvido, cromo total, mercúrio total, níquel total e zinco total**

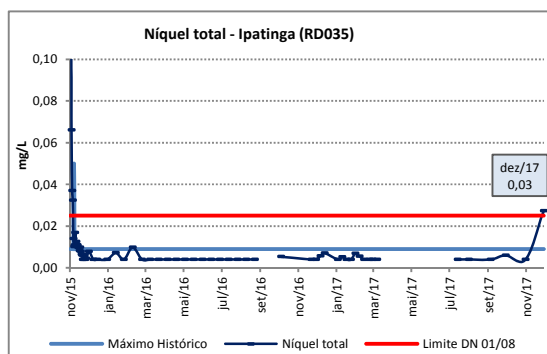
Ao avaliar o comportamento dos seguintes parâmetros: arsênio total, cádmio total, cobre dissolvido, cromo total, mercúrio total, níquel total e zinco total até o momento, é possível observar que todos os parâmetros se comportaram aproximadamente da mesma forma em todas as estações de amostragem analisadas, apresentando, logo após o rompimento da barragem, valores muito altos, em virtude da passagem da pluma de rejeito, com redução ao longo do tempo. A partir da segunda semana após o rompimento da barragem praticamente todos os resultados estiveram abaixo do limite de quantificação do método de ensaio para cada parâmetro. Vale lembrar que o limite de quantificação é a menor quantidade ou concentração do parâmetro, que pode ser determinada pelo método de análise empregado. Exceções ocorreram pontualmente ao longo do período de monitoramento.

No que se refere à amostragem realizada no último período chuvoso (outubro, novembro e dezembro de 2017) dos parâmetros citados acima observou-se apenas duas violações do limite de classe, no mês de dezembro de 2017: para o cobre na estação localizada em Aimorés (RD067) e para o níquel em Ipatinga (RD035). Conforme apresentado nas figuras 15 e 16 verifica-se que os valores registrados estiveram acima do máximo histórico.

**Figura 15: Resultados de cobre dissolvido no rio Doce no município de Aimorés, obtidos no monitoramento especial.**



**Figura 16: Resultados de níquel total no rio Doce no município de Ipatinga, obtidos no monitoramento especial.**



#### 4. USOS DA ÁGUA NA CALHA DO RIO DOCE

Com a regulamentação da Política Estadual de Recursos Hídricos pelo Decreto nº 41.578, de 8 de março de 2001, e com vistas ao atendimento de seu artigo 7º, inciso II, o Conselho Estadual de Política Ambiental – Copam e o Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH-MG estabeleceram a Deliberação Normativa Conjunta nº 01, de 5 de maio de 2008, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais de domínio de Minas Gerais.

De acordo com esta deliberação normativa conjunta, os usos preponderantes para as classes de enquadramento são:

*I. Classe especial - Águas que podem ser destinadas:*

- a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

*II. Classe 1 - Águas que podem ser destinadas:*

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução Conama nº 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e
- e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

*III. Classe 2: Águas que podem ser destinadas:*

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho;
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- e) à aquicultura e à atividade de pesca.

*IV. Classe 3 - Águas que podem ser destinadas:*

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à pesca amadora;
- d) à recreação de contato secundário; e
- e) à dessedentação de animais.

*V. Classe 4 - Águas que podem ser destinadas:*

- a) à navegação; e
- b) à harmonia paisagística.

De acordo com o art. 37 daquela deliberação normativa conjunta, enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente. Sendo assim, as águas do rio Doce são consideradas como classe 2.

Na avaliação das três últimas coletas realizadas nos meses de outubro, novembro e dezembro, registrou-se violação do limite de classe para turbidez e sólidos em suspensão totais em todos os pontos de monitoramento no mês de dezembro de 2017. Os metais ferro dissolvido, alumínio dissolvido e manganês total apresentaram violação dos limite de classe 2, simultaneamente, nos pontos localizados no rio Gualaxo do Norte (RD011), do Carmo (RD071) e no rio Doce em Ipatinga (RD035) e Governador Valadares (RD045). Já os metais alumínio e manganês também registraram violação em praticamente todos os pontos do rio Doce localizados a jusante de Marliéria (RD023). As únicas exceções que ocorreram foram para os municípios de Periquito (RD083) e Resplendor (RD059), os quais apresentaram violação somente para o manganês total. A grande maioria das violações citadas ocorreram no mês de dezembro de 2017.

Com relação aos resultados de chumbo total foram identificadas violações do limite de classe 2 nas águas do rio Doce nos municípios de Rio Doce (RD019), Marliéria (RD023), Ipatinga (RD035), Belo Oriente (RD033), Periquito (RD083), Governador Valadares (RD044 e RD045), Tumiritinga (RD053), Conselheiro Pena (RD058) e Resplendor (RD059). As violações ocorreram somente no mês de dezembro.

No que se refere aos demais parâmetros, foram registradas violações somente no mês de dezembro para o cobre dissolvido no rio Doce em Aimorés (RD067) e para o níquel total em Ipatinga (RD035), sendo estas ocorrências pontuais.

Todas as violações registradas indicam que a situação da qualidade das águas dos rios Gualaxo do Norte, do Carmo e Doce é fortemente influenciada pelas chuvas, quando ocorre a redistribuição de contaminantes para a coluna d'água, que pode ocorrer por carreamento do material das margens e pelo revolvimento de fundo dos rios. Portanto, sendo os períodos de chuva os mais críticos quanto à utilização das águas.

Ressalta-se que de acordo com o Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNAUH), da Agência Nacional de Águas – ANA, identificou-se os seguintes usos para as águas do rio Doce: abastecimento público, dessedentação de animais, irrigação, indústria e mineração.

Com relação ao abastecimento público é importante salientar que águas oriundas de mananciais superficiais (rios, lagos, barragens, entre outros) ou subterrâneos (lençóis freáticos), desprovidas de qualquer tipo de tratamento, são consideradas impróprias para o consumo humano. As Estações de Tratamento de Água (ETAs) têm a finalidade de transformar a água denominada bruta (sem tratamento e imprópria ao consumo humano) em água denominada potável (tratada e adequada ao consumo humano). Nesse processo, a qualidade da água do manancial abastecedor exerce influência direta no tipo de tratamento a ser adotado pelas ETAs, a fim de que, ao final do processo, a água esteja dentro dos padrões de



potabilidade adequados ao consumo humano, conforme legislação específica. No Brasil, a legislação que regulamenta o padrão de potabilidade de água para consumo humano é a Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde. Neste contexto, ressalta-se que os dados do monitoramento apresentados neste relatório se referem à água bruta da bacia hidrográfica do rio Doce.

Dentre os usos identificados pelo levantamento do CNARH, na calha do rio Doce, registra-se que ocorrem usos mais exigentes da classe 1, como a irrigação de hortaliças, que são consumidas cruas. Neste caso, verifica-se que os parâmetros turbidez, sólidos em suspensão totais e manganês apresentaram valores acima do limite legal ao longo de todo o rio Doce, e nos rios Gualaxo do Norte e do Carmo. Inviabilizando o uso para esta finalidade, especialmente no mês de dezembro.

No que se refere aos usos menos exigentes da classe 3, por exemplo, a irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras e a dessedentação de animais, nas três últimas coletas realizada nas águas do rio Doce, em outubro, novembro e dezembro de 2017, verificou-se que, com relação aos parâmetros analisados, somente o resultado do parâmetro turbidez, sólidos em suspensão totais e manganês total ainda inviabiliza a destinação da água de todo o rio Doce para os respectivos usos. Para os metais alumínio dissolvido, cobre dissolvido, níquel total e chumbo total ocorreram violações esporádicas principalmente no mês de dezembro de 2017. Sendo: alumínio (Marliéria - RD023, Ipatinga - RD035, Tumiritinga - RD053), cobre (Aimorés - RD067), níquel (Ipatinga - RD035) e chumbo (Ipatinga - RD035 e Governador Valadares - RD044).

Para os usos de indústria e mineração, a exigência da qualidade da água dependerá das diversas tipologias e das respectivas capacidades de tratamento das ETAs. Nota-se, porém, que essa é uma análise baseada apenas nos critérios estabelecidos pelo Copam e CERH-MG, em sua Deliberação Normativa Conjunta nº 01/2008, sendo este o limite de competência do Igam para a avaliação dos resultados quanto aos usos. Sendo assim, essa análise não dispensa avaliações complementares que se entenderem necessárias.

Ressalta-se que neste relatório não foram contemplados todos os parâmetros estabelecidos na Deliberação Normativa Conjunta Copam/CERH-MG nº 01/2008, uma vez que, para o monitoramento especial, foram selecionados parâmetros associados às características do rejeito extravasado.

É importante salientar que as análises do Igam vêm apontando que ocorrem desconformidades dos limites legais de parâmetros de qualidade das águas ao longo da série histórica de monitoramento, o que mostra a necessidade de discussão e elaboração de proposta de enquadramento do rio Doce pela Agência de Água ou entidade delegatária, discussão e aprovação pelo Comitê de Bacia Hidrográfica e deliberação pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH.

## 5. CONCLUSÃO

No dia 7 de novembro de 2015 foi iniciado o monitoramento diário na calha do rio Doce, com análise dos parâmetros: condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, pH, temperatura, sólidos totais, sólidos dissolvidos totais, sólidos em suspensão totais e turbidez, bem como os metais: arsênio total, alumínio dissolvido, ferro dissolvido, cobre dissolvido, cromo total, cádmio total, chumbo total, manganês total, mercúrio total, níquel total e zinco total.

No presente relatório foram apresentados os resultados da série histórica do monitoramento realizado pelo Igam após o rompimento da barragem dos parâmetros que apresentaram violação do limite de classe 2 nas três últimas medições realizadas (outubro, novembro e dezembro de 2017). Os resultados completos dos demais parâmetros de todos os pontos monitorados estão disponíveis no link: <http://www.igam.mg.gov.br/monitoramento-da-qualidade-das-aguas2/monitoramento-da-qualidade-das-aguas-superficiais-do-rio-doce-no-estado-de-minas-gerais>.

Ao avaliar os resultados dos parâmetros físico-químicos observa-se que os parâmetros turbidez e sólidos em suspensão totais, os quais são os que mais refletem o comportamento da lama, apresentaram valores acima do limite de classe 2 e acima da média histórica do monitoramento realizado pelo Igam ao longo de todo o rio Doce, especialmente no mês de dezembro de 2017. Esses valores refletem a disponibilização de materiais depositados pelo rompimento da barragem nas margens e no leito dos rios, que são carregados e revolvidos pelas chuvas.

Os trechos localizados no rio Gualaxo do Norte (RD011), rio do Carmo (RD071) e no rio Doce em Ipatinga (RD035) e Governador Valadares (RD045) apresentaram violações do limite de classe 2, em pelo menos uma das três campanhas realizadas (outubro, novembro e dezembro) para os metais ferro dissolvido, alumínio dissolvido e manganês total. No trecho localizado no rio Doce a jusante de Marliéria (RD023) até a divisa com o Espírito Santo (RD067) registraram violação de manganês e alumínio em praticamente todos. As únicas exceções ocorreram nos municípios de Periquito (RD083) e Resplendor (RD059), os quais apresentaram violação somente para o manganês total. A maior parte desses registros citados ocorreram no mês de dezembro de 2017. Refletindo novamente a disponibilização para a coluna d'água em períodos do aumento das chuvas.

Foram verificadas violações do limite de classe 2 também para o chumbo total nas águas do rio Doce nos municípios de Rio Doce (RD019), Marliéria (RD023), Ipatinga (RD035), Belo Oriente (RD033), Periquito (RD083), Governador Valadares (RD044 e RD045), Tumiritinga (RD053), Conselheiro Pena (RD058) e Resplendor (RD059). As violações ocorreram somente no mês de dezembro, também indica possível relação com o aumento das chuvas, em função do carregamento e/ou ressuspensão de material do fundo.

No que se refere aos demais parâmetros, foram registradas violações somente no mês de dezembro para o cobre dissolvido no rio Doce em Aimorés (RD067) e para o níquel total em Ipatinga (RD035), sendo estas ocorrências pontuais.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL – COPAM/ CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DE MINAS GERAIS – CERH-MG. **Deliberação Normativa Conjunta nº 01**, de 05 de maio de 2008. Belo Horizonte, MG. Diário Oficial do Estado de Minas Gerais, 13 mai. 2008.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 454**, de 01 de novembro de 2012. Brasília, DF. Diário Oficial da União, 08 mar. 2012.