



ENCARTE ESPECIAL SOBRE A QUALIDADE DAS ÁGUAS DO RIO DOCE APÓS 1 ANO DO ROMPIMENTO DE BARRAGEM DE FUNDÃO - 2015/2016

Belo Horizonte, novembro de 2016

**Sistema Estadual de Meio Ambiente
Instituto Mineiro de Gestão das Águas**





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

**ENCARTE ESPECIAL SOBRE A QUALIDADE DA
ÁGUA DO RIO DOCE APÓS O ROMPIMENTO DE
BARRAGEM DA SAMARCO NO DISTRITO DE
BENTO RODRIGUES – MARIANA/MG**

2015/2016

16 DE NOVEMBRO DE 2016

SEMAD - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Secretário

Jairo José Isaac

Secretário Adjunto

Germano Luiz Gomes Vieira

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas

Diretora Geral

Maria de Fátima Chagas Dias Coelho

Diretor de Planejamento e Regulação

Márley Caetano de Mendonça

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

REALIZAÇÃO:

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas

Diretor de Planejamento e Regulação

Márley Caetano de Mendonça

Gerente de Monitoramento de Qualidade das Águas

Katiane Cristina de Brito Almeida

Equipe Técnica

Ana Paula Dias Pena, graduanda em Engenharia Ambiental

Carolina Cristiane Pinto, Engenheira Química

Felipe Silva Marcondes, Estatístico

Flávio Henrique da Rocha Fonseca, graduando em Geologia

Mariana Elissa Vieira de Souza, Geógrafa

Maricene Menezes de Oliveira Mattos Paixao, Geóloga

Matheus Duarte Santos, Geógrafo

Regina Márcia Pimenta Assunção, Bióloga

Sérgio Pimenta Costa, Biólogo

Vanessa Kelly Saraiva, Química

1.1 INTRODUÇÃO

O objetivo deste encarte é apresentar a evolução da qualidade das águas no rio Doce, decorrido um ano de monitoramento, após o rompimento da barragem de Fundão, no distrito de Bento Rodrigues, município de Mariana.

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.

Em decorrência desse rompimento, o IGAM intensificou o monitoramento já executado na bacia¹ 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 coletas 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.

Este monitoramento emergencial teve início na manhã do dia seguinte ao evento, com o planejamento do roteiro e deslocamento da equipe para a área, ficando as coletas de amostras de água e sedimentos sob responsabilidade do SENAI/CETEC.

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 sendo possível uma comparação com os dados de monitoramento já realizado pelo IGAM ao longo dos últimos anos. Devido ao volume de rejeitos e dificuldade de acesso no ponto de monitoramento do rio do Carmo, o monitoramento neste rio teve início somente a partir do dia 21 de novembro de 2015.

Além disso, foi implantado, em 25 de novembro de 2015, um ponto de monitoramento no rio Gualaxo do Norte (RD011). Na estação de monitoramento no rio do Carmo, no distrito de Barra Longa (RD071), as coletas se iniciaram em 21 de novembro de 2015.

Para a avaliação da qualidade das águas superficiais do plano de monitoramento emergencial do Rio Doce foram selecionados os parâmetros apresentados no Quadro 1. Esses parâmetros foram selecionados para avaliação das possíveis alterações dos corpos de água em função das características do rejeito e da capacidade de arraste e

¹ A qualidade das águas na bacia hidrográfica do rio Doce é monitorada 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 eram realizadas mensalmente.

revolvimento de material de fundo com o deslocamento da pluma. Foi definida, inicialmente, frequência diária para as amostragens. No dia 3 de dezembro de 2015, as coletas passaram a ser semanais e, a partir do dia 4 de janeiro de 2016, essa periodicidade foi alterada para quinzenal. A partir do mês de outubro de 2016, as coletas passaram a ser realizadas com frequência mensal.

Quadro 1: Parâmetros de qualidade de água avaliados nas estações de amostragem no monitoramento emergencial do rio Doce.

Condutividade elétrica	Ferro dissolvido	Sólidos em suspensão totais
Alumínio dissolvido	Manganês total	Sólidos totais
Arsênio total	Mercúrio total	Temperatura
Cádmio total	Níquel total	Turbidez
Chumbo total	Oxigênio dissolvido	Zinco total
Cobre dissolvido	pH	
Cromo total	Sólidos dissolvidos totais	

Para facilitar a visualização dos efeitos causados na qualidade das águas após o rompimento da Barragem de Fundão, adotou-se, neste encarte, a divisão da região em quatro trechos com diferentes níveis do impacto analisado.

O primeiro trecho (**Figura 1**), nomeado de afluentes do rio Doce, compreende os afluentes envolvidos diretamente no evento e conta com as estações de monitoramento no rio Gualaxo do Norte, próximo de sua foz, no rio do Carmo (RD011), e no rio do Carmo, em Barra Longa (RD071).

Figura 1. Fotos tiradas em agosto de 2016, referentes ao primeiro trecho, o rio Gualaxo do Norte (RD011) e o rio do Carmo (RD071).



Rio Gualaxo do Norte (RD011)



Rio do Carmo (RD071)

O segundo trecho (**Figura 2**), montante de Candonga, consta da estação de monitoramento no rio Doce no município de Rio Doce (RD072), a montante da UHE Risoleta Neves (Candonga), pelo fato de ser a primeira estação após a confluência com

o rio Piranga, na conformação do rio Doce e, portanto, com características diferenciadas do impacto gerado pelo rompimento da Barragem.

Figura 2. Foto tirada em agosto de 2016, referente ao segundo trecho avaliado, o rio Doce a montante de Candonga (RD072).



Rio Doce a montante de Candonga (RD072)

O terceiro trecho, designado de Candonga-Baguari, apresentado na **Figura 3**, consta da estação de monitoramento no rio Doce entre os municípios de Rio Casca e São Domingos do Prata (RD019) até a estação de monitoramento localizada no município de Periquito (RD083), onde se encontra a UHE Baguari.

Figura 3. Fotos tiradas em agosto de 2016, referentes ao terceiro trecho avaliado, entre os municípios de Rio Casca e São Domingos do Prata (RD019) e Periquito (RD083).



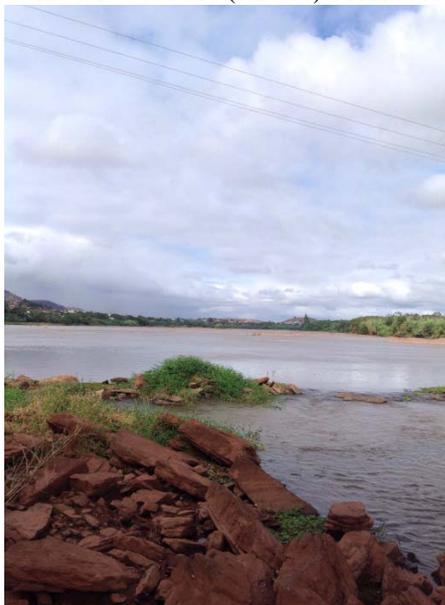
Rio Doce, entre os municípios de Rio Casca e São Domingos do Prata (RD019)



Rio Doce, no município de Periquito (RD083)

Por fim, o quarto trecho (**Figura 4**), designado de GV-Aimorés, que compreende as estações de monitoramento no rio Doce na cidade de Governador Valadares (RD044) até o município de Aimorés (RD067).

Figura 4. Fotos tiradas em agosto de 2016, referentes ao terceiro trecho avaliado, entre os municípios de Governador Valadares (RD044) e Aimorés (RD067).



Rio Doce, no município de Gov. Valadares (RD044)



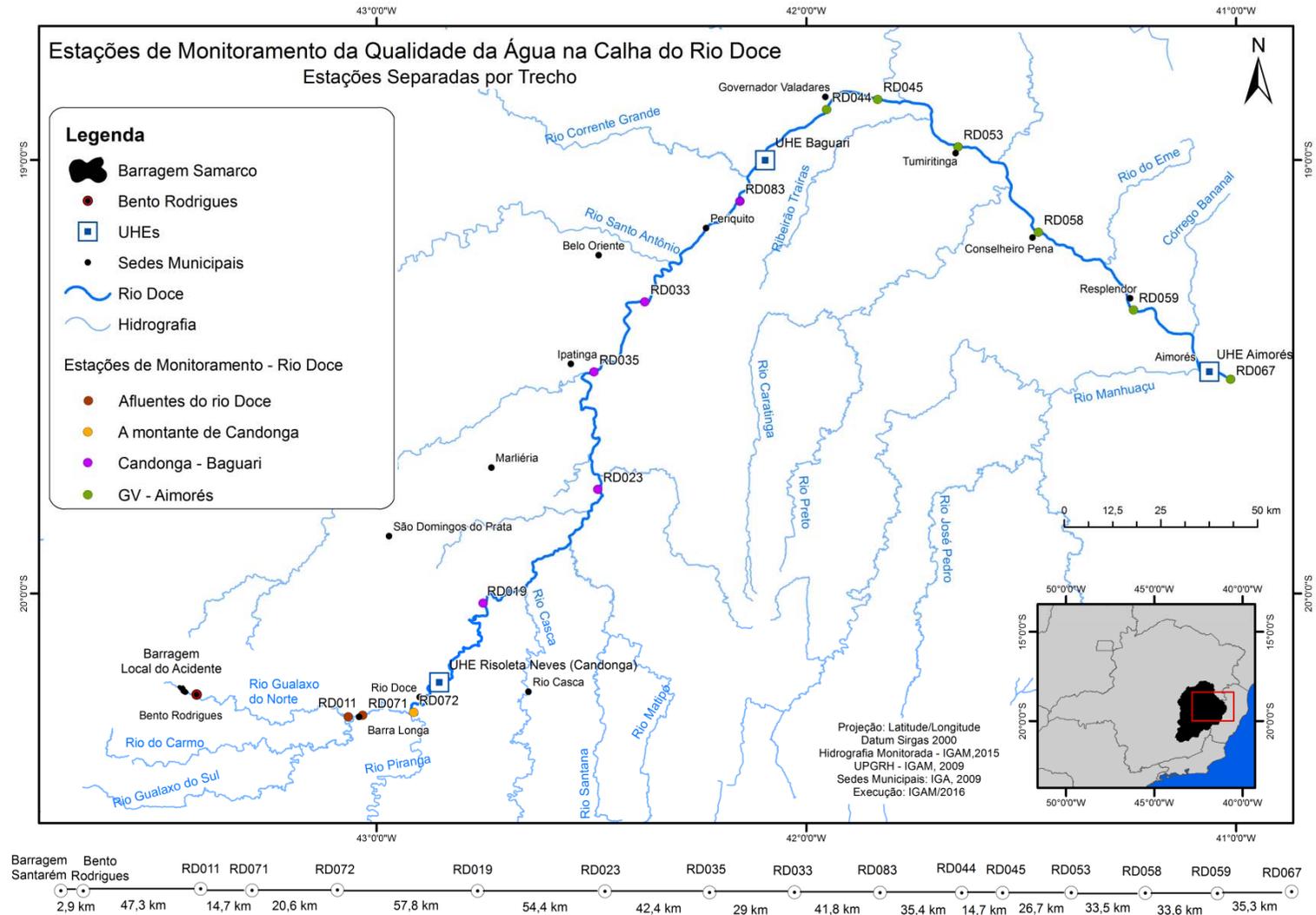
Rio Doce, no município de Aimorés (RD067)

Na **Tabela 1** são apresentadas as estações de amostragem do monitoramento emergencial, agrupadas por trechos. A localização geográfica dessas estações de monitoramento pode ser visualizada no mapa da **Figura 5**.

Tabela 1: Descrição das estações de monitoramento avaliadas no rio Doce e seus respectivos agrupamentos.

Trecho	Descrição	Estações
1º trecho - Afluentes do rio Doce	Afluentes impactados do rio Doce, quais sejam: rio Gualaxo do Norte e rio do Carmo.	RD011 e RD071
2º trecho – Montante de Candonga	Trecho inicial do rio Doce , que vai desde a sua conformação até a barragem de Candonga	RD072
3º trecho - Candonga-Baguari	Trecho do rio Doce , a jusante da represa de Candonga até a represa de Baguari.	RD019, RD023, RD035, RD033, e RD083
4º trecho – GV- Aimorés	Trecho do rio Doce , a jusante da represa de Baguari, que vai de montante de Governador Valadares até Aimorés, antes do exutório para o Estado do Espírito Santo.	RD044, RD045, RD053, RD058, RD059 e RD067

Figura 5. Localização geográfica das estações de monitoramento na calha do rio Doce, organizadas por trecho.



2 MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA

São apresentados graficamente, neste encarte, os parâmetros turbidez, sólidos totais, sólidos dissolvidos totais, alumínio dissolvido, ferro dissolvido e manganês total, os quais podem estar diretamente relacionados às características do rejeito extravasado da Barragem de Fundão. Foram elaborados gráficos de dispersão temporal para ilustrar o comportamento das médias quinzenais desses parâmetros em cada trecho analisado. Ressalta-se que são contemplados todos os resultados, desde as primeiras coletas amostrais, após o rompimento da barragem (novembro de 2015), até as últimas coletas realizadas no momento da publicação deste encarte (outubro de 2016).

Ademais, os dados estão apresentados em uma divisão quanto ao período climático, sendo considerado chuvoso o período compreendido entre outubro a março; e período seco, de abril a setembro. Destaca-se que o último mês de coleta, realizada na primeira quinzena de outubro de 2016, foi considerado como um período de transição.

Complementarmente, é apresentado o limite² de enquadramento para Classe 2³ do parâmetro avaliado e a média histórica desse parâmetro no rio Doce, no período do ano 2000 até a véspera da ocorrência do evento, para os períodos seco e chuvoso, de acordo com os dados oriundos da série histórica do Programa Águas de Minas, executado pelo IGAM.

2.1 Análise dos Impactos na Qualidade da Água

De forma geral, é possível observar que as médias quinzenais de todos os parâmetros se comportaram aproximadamente da mesma forma em todas as regiões analisadas, apresentando, no início do monitoramento, após a ocorrência do acidente valores muito altos, com tendência de redução ao longo do tempo. A redução percebida ocorreu, geralmente, ao longo do período chuvoso 2015/2016, com uma estagnação no período seco, podendo ocorrer picos eventuais.

Além disso, as médias dos parâmetros analisados permaneceram, na maioria das vezes, acima da média histórica do IGAM no período climático para o rio Doce e acima do limite legal. Quanto aos resultados mais recentes, na maioria dos gráficos, percebe-se pequenas oscilações das médias, normalmente acima da média histórica do período para o rio Doce, exceto para os parâmetros alumínio dissolvido e manganês total, que, nos últimos resultados, apresentaram a maioria das médias inferiores a essa média histórica ou mesmo abaixo do limite mínimo de detecção da técnica de análise.

Conforme mencionado, o monitoramento no rio do Carmo e no rio Gualaxo do Norte teve início somente a partir dos dias 21 e 25 de novembro de 2015, respectivamente. Dessa forma, nos primeiros dias após a passagem da pluma de rejeitos, não foram realizadas coletas nessas estações.

Turbidez, sólidos totais e sólidos dissolvidos totais

Os valores de turbidez e sólidos totais verificados após o rompimento da barragem de Fundão são apresentados na **Figura 6** e na **Figura 7**, respectivamente, em escala logarítmica⁴.

Destaca-se que, especialmente no primeiro mês de monitoramento, nos dois primeiros trechos localizados no rio Doce, quais sejam, a montante de Candonga e entre Candonga-Baguari, foram

² Limites estabelecidos segundo normatização da Deliberação Normativa Conjunta Copam-CERH-MG nº 1, de 5 de maio de 2008, e da Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005.

³ O rio Doce e todos os corpos de água analisados neste monitoramento são considerados Classe 2, conforme regra do art. 42 da Resolução Conama nº 357, de 2005: “Art. 42. Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.”

⁴ Devido à amplitude dos valores de turbidez e sólidos totais, optou-se por representá-los em escala logarítmica para facilitar a leitura das variações nos resultados.

observados valores de turbidez da ordem de centenas milhares de unidades de turbidez. como, por exemplo, na estação no município de Marliéria (RD023), que apresentou o maior valor para esse parâmetro (606.200 NTU) no dia 7 de novembro de 2015.

A partir dos gráficos é possível observar que ocorreu um comportamento de abrandamento tanto dos valores de turbidez quanto de sólidos, em todos os quatro trechos, conforme o deslocamento da pluma e a passagem do tempo. Observa-se que no trecho final, a partir do município de Governador Valadares (RD044), os valores de turbidez se apresentam, desde o mês de abril de 2016, dentro do limite de Classe 2 (100 mg/L) e dentro da normalidade esperada para a série histórica de cada estação de amostragem (83 NTU, no período chuvoso, e 35 NTU, no período seco).

O mesmo comportamento foi observado para os sólidos totais, uma vez que nos trechos localizados mais próximo ao evento (afluentes, a montante de Candonga e Candonga-Baguari), os resultados desse parâmetro apresentaram valores na ordem de centenas de milhares no primeiro mês de monitoramento, em decorrência da presença do rejeito. Destaque para o município de Marliéria (RD023), localizado no terceiro trecho (Candonga-Baguari), onde o resultado de sólidos totais chegou a atingir valor igual a 344.980 mg/L, no dia 07 de novembro de 2015. Ressalta-se que os resultados obtidos indicam que a maior parcela da medida dos sólidos totais está relacionada aos sólidos em suspensão totais. Ao longo do monitoramento, apesar das oscilações, os valores apresentaram uma redução, e a partir do mês de abril de 2016, registros inferiores ao esperado para a série histórica de monitoramento foram obtidos no segundo trecho (RD072) e no quarto trecho (RD044, RD045, RD053, RD058, RD059 e RD067). O município de Marliéria (RD023) apresentou, no início do monitoramento emergencial, o maior valor de sólidos totais e, na última coleta (11 de outubro de 2016), foi registrado valor igual a 206 mg/L.

Figura 6: Médias quinzenais dos resultados de turbidez obtidos no monitoramento emergencial, em escala logarítmica, durante os períodos chuvoso e seco, nos quatro trechos avaliados.

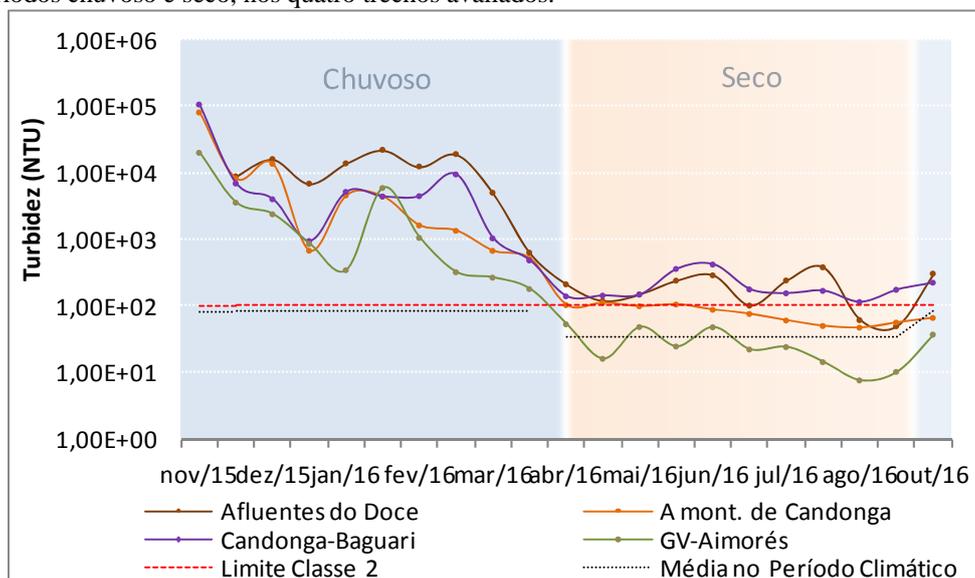
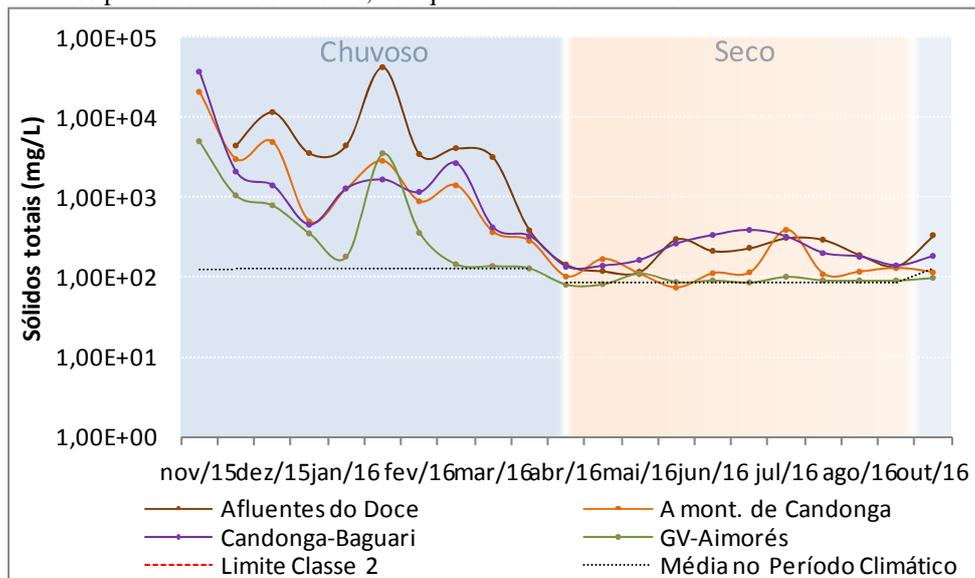


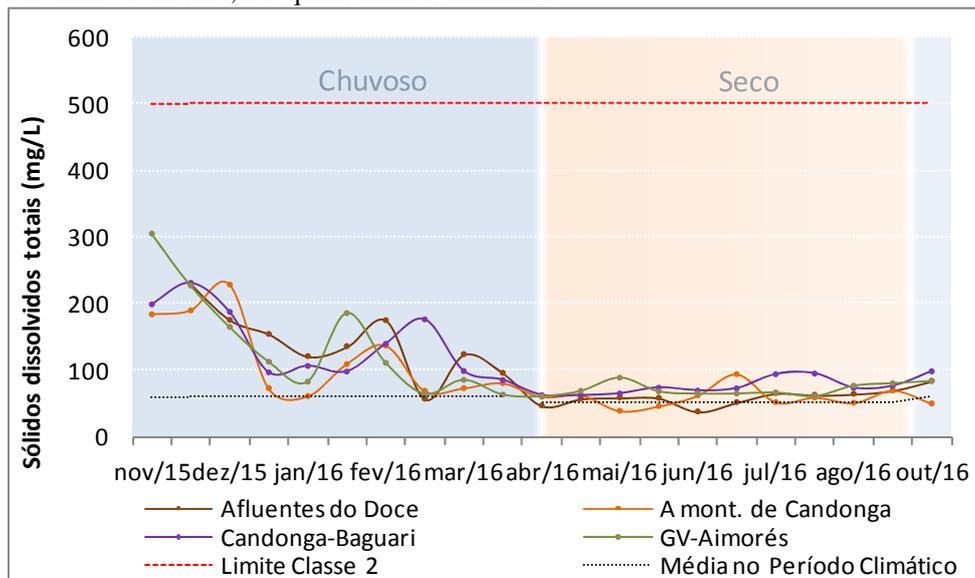
Figura 7: Médias quinzenais dos resultados de sólidos totais obtidos no monitoramento emergencial, em escala logarítmica, durante os períodos chuvoso e seco, nos quatro trechos avaliados.



Em relação aos resultados de sólidos dissolvidos totais, verificam-se as médias mais altas no início do período chuvoso, entre novembro e dezembro, em todos os trechos, chegando à média de 304 mg/L, no trecho GV-Aimorés. Registra-se que o valor mais alto de sólidos dissolvidos (2110 mg/L) foi encontrado nesse mesmo trecho, em novembro de 2015, na estação RD058, no município de Conselheiro Pena, sendo este o único resultado a violar o limite de sólidos dissolvidos totais (limite = 500 mg/L). Na sequência, picos de menor intensidade também ocorreram entre janeiro e março de 2016 em todos os trechos, atingindo média de 185 mg/L entre Governador Valadares e Aimorés.

No período seco, observam-se valores menores se comparados ao período chuvoso, contudo, os trechos ainda apresentam-se, em sua maioria, acima da média histórica (59 mg/L no período chuvoso e 50 mg/L no período seco), sobretudo no trecho Candonga - Baguari, com valores de 131 mg/L em julho e 110 mg/L em agosto de 2016, nas estações RD019, em Rio Casca, e RD083, em Periquito, respectivamente. Com relação aos dados da última coleta, realizada na primeira semana de outubro, o menor valor de sólidos dissolvidos (49 mg/L) foi registrado na estação RD072 (trecho a montante de Candonga), em Rio Doce, e o maior valor (108 mg/L), na estação RD083 (trecho de Candonga – Baguari), **Figura 8**.

Figura 8: Médias quinzenais dos resultados de sólidos dissolvidos totais obtidos no monitoramento emergencial, durante os períodos chuvoso e seco, nos quatro trechos avaliados.

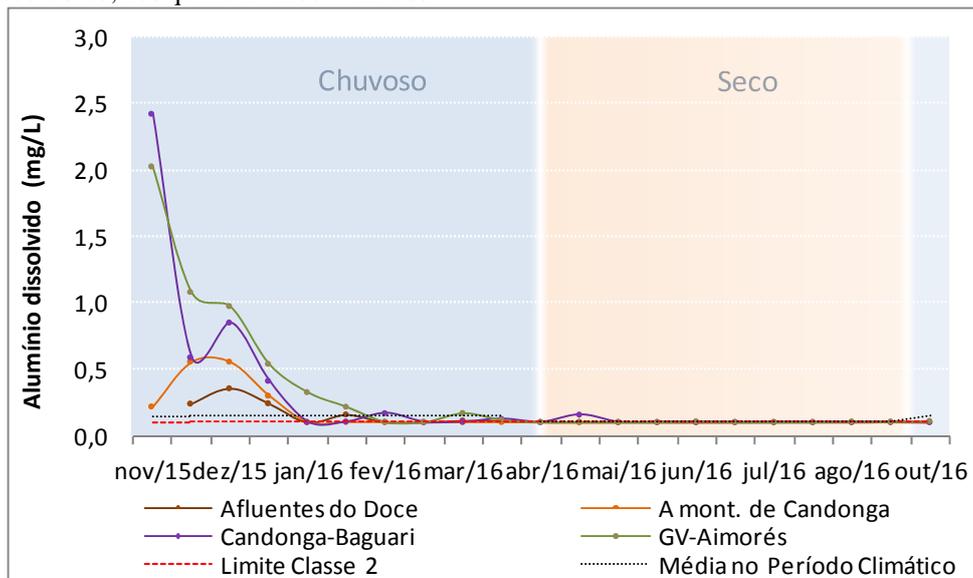


Alumínio dissolvido, ferro dissolvido e manganês total

Após o rompimento da barragem de Fundão, verificam-se em todos os trechos, médias mais altas de alumínio dissolvido no início do período chuvoso, de novembro a dezembro de 2015, sobretudo nos trechos de Candonga-Baguari e de Governador Valadares-Aimorés, conforme apresentado na **Figura 9**. Nesse período, os valores mais altos de alumínio dissolvido foram encontrados na estação RD033 (32,2 mg/L), em Belo Oriente, e na estação RD059 (10,6 mg/L), em Resplendor, ambos no mês de novembro de 2015. A partir de janeiro de 2016, as médias apresentam uma expressiva redução, ficando próximas das médias históricas do monitoramento realizado pelo IGAM (0,14 mg/L no período seco e 0,10 mg/L no período chuvoso).

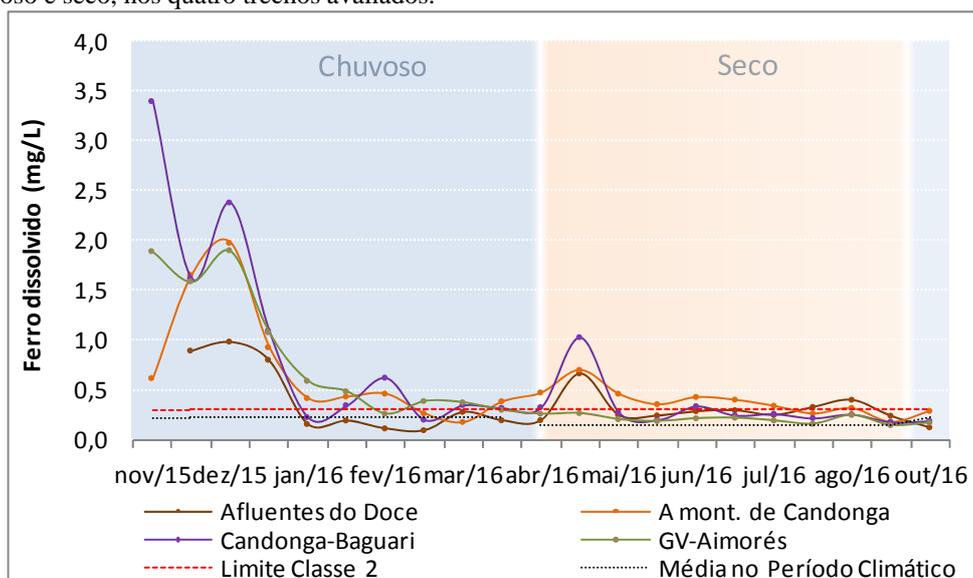
Ressalta-se que, a partir de maio de 2016, as médias quinzenais de alumínio dissolvido em cada trecho avaliado encontram-se dentro do limite de classe (0,1 mg/L). Contudo, alguns resultados apresentaram-se acima do limite de classe, como nas estações RD044, em Governador Valadares, e RD053, em Tumiritinga que registraram, ambas, 0,13 mg/L de alumínio no mês de agosto de 2016. Com relação aos dados da última coleta, ocorrida na primeira semana de outubro, a exceção dos resultados encontrados na estação RD045, em Governador Valadares (0,14 mg/L) e RD059, em Resplendor (0,11 mg/L), todos os valores estão abaixo do limite de classe e abaixo, também, da média histórica do monitoramento no período chuvoso (0,1 mg/L).

Figura 9: Médias quinzenais dos resultados de alumínio dissolvido, obtidos no monitoramento emergencial, durante os períodos chuvoso e seco, nos quatro trechos avaliados.



Na **Figura 10**, é apresentado o comportamento das médias quinzenais de ferro dissolvido nos trechos do rio Doce impactados pelo rompimento da barragem de Fundão, em Mariana.

Figura 10: Médias quinzenais dos resultados de ferro dissolvido, obtidos no monitoramento emergencial, durante os períodos chuvoso e seco, nos quatro trechos avaliados.



As médias quinzenais de ferro dissolvido apontam que os maiores picos foram registrados nos meses de novembro (3,4 mg/L) e dezembro de 2015 (2,4 mg/L), ambos no trecho do rio Doce Candonga-Baguari. Com efeito, o maior valor de ferro dissolvido individualmente registrado nos últimos 12 meses foi no Rio Doce a jusante da cachoeira escura, no município de Belo Oriente⁵, onde o parâmetro atingiu 32,26 mg/L, ou seja, acima do limite de Classe 2 (0,3 mg/L), no dia 8 de novembro de 2015.

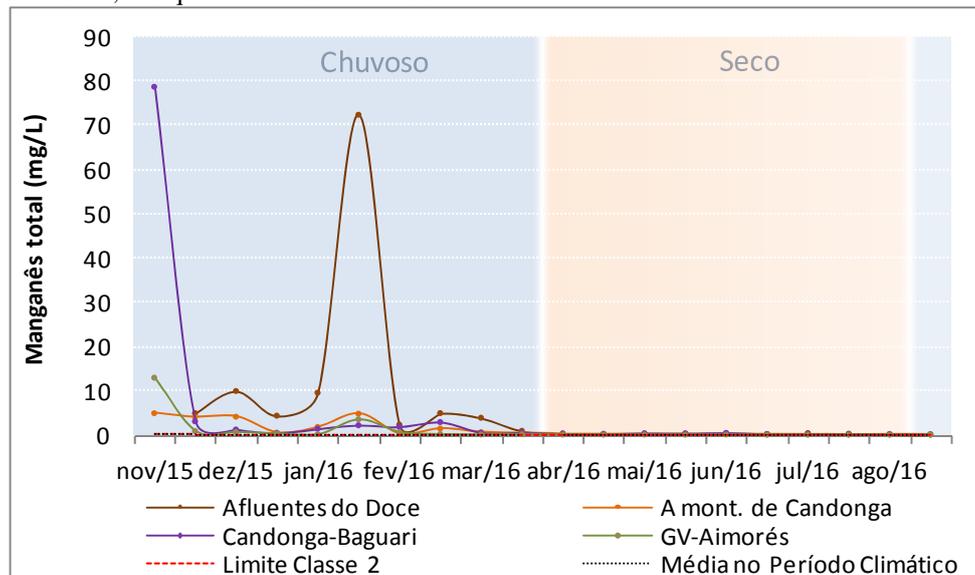
Em abril, início do período seco, ocorreram novos picos das médias de ferro dissolvido em todos os trechos, exceto de Governador Valadares a Aimorés. Após esse momento, a maioria das médias

⁵ Ponto de amostragem RD033, localizado no trecho Candonga-Baguari.

quinzenais estiveram abaixo do limite legal, porém, ainda acima da média histórica do rio Doce para o período seco (0,14mg/L). Nas duas últimas campanhas amostrais, pela primeira vez, as médias de ferro dissolvido estiveram abaixo do limite de classe em todos os trechos. De fato, as coletas mais recentes mostram que, mesmo isoladamente, nenhum ponto de monitoramento apresentou violação do limite legal para ferro dissolvido. Assim, o maior valor atingido nessas medições esteve abaixo do limite legal, sendo de 0,282 mg/L, encontrado na data de 10 de outubro de 2016, no rio Doce logo após sua formação, depois da confluência dos rios Piranga e do Carmo⁶.

A **Figura 11** demonstra as oscilações das médias quinzenais do parâmetro manganês total, nas regiões com águas impactadas pelo rompimento da barragem de Fundão, em novembro de 2015.

Figura 11: Médias quinzenais dos resultados de manganês total obtidos no monitoramento emergencial, durante os períodos chuvoso e seco, nos quatro trechos avaliados.



Quanto às médias de manganês total, destacam-se dois picos ocorridos no período chuvoso, ambos acima de 70 mg/L, sendo um na primeira quinzena de novembro de 2015, no trecho do rio Doce Candonga-Baguari, e outro na segunda quinzena de janeiro, nos afluentes do rio Doce. No restante do período chuvoso, todas as médias variaram quase sempre muito acima da média histórica no rio Doce (0,16 mg/L), ao longo de todos os trechos.

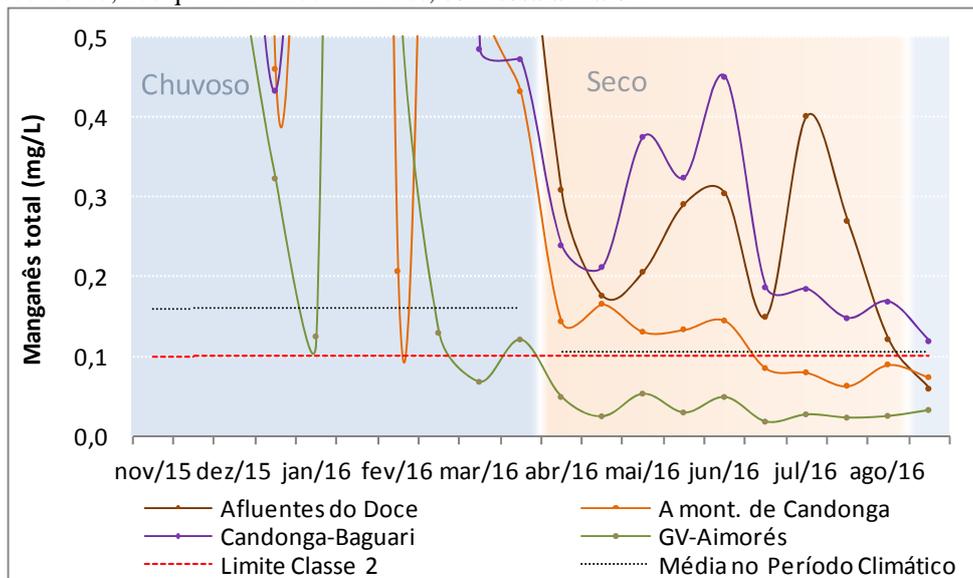
Considerando individualmente os valores em cada ponto, tem-se que o pior resultado ocorreu no primeiro dia de monitoramento (7 de novembro de 2016), no ponto localizado no rio Doce a montante da comunidade de Cachoeira dos Óculos, município de Marliéria⁷. Esse valor atingiu 936 mg/L, estando mais de 9.000 (nove mil) vezes acima do limite legal.

Na **Figura 12** são apresentadas, em detalhe, as médias de manganês total, com aproximação da escala, para melhor leitura dos dados no período seco.

⁶ Ponto de amostragem RD072, correspondente ao trecho a montante da barragem de Candonga.

⁷ Ponto de amostragem RD023, localizado no trecho Candonga-Baguari.

Figura 12: Médias quinzenais dos resultados de manganês total obtidos no monitoramento emergencial, durante os períodos chuvoso e seco, nos quatro trechos avaliados, **com escala maior.**



No período seco, observa-se a aproximação das médias de manganês total para a normalização, embora ainda tenham se apresentado, na sua maioria, muito acima do limite legal e da média do rio Doce para o período (0,11 mg/L). Podem ser consideradas como regiões mais impactadas, nesse caso, para o período seco, os afluentes do rio Doce e o trecho Candonga-Baguari. Destaca-se que, no trecho do rio Doce entre Governador Valadares e Aimorés, desde o início do período seco, as médias de manganês total estiveram abaixo tanto do limite de classe, quanto da média histórica para o período. Nas últimas campanhas, os afluentes do rio Doce e o trecho a montante da barragem de Candonga também passaram para essa situação, sendo que apenas o trecho Candonga-Baguari ainda não apresentou nenhuma média abaixo da média histórica para o rio Doce.

Vale acrescentar que, considerando individualmente as amostras colhidas nos pontos do trecho Governador Valadares-Aimorés (último trecho do rio Doce, antes de suas águas adentrarem no estado do Espírito Santo), apenas um resultado de manganês total violou o limite legal, durante todo o período seco, atingindo 0,1056 mg/L, no dia 11 de maio de 2016. Esse valor foi obtido no rio Doce a jusante da cidade de Governador Valadares ⁸.

Metais pesados e Arsênio Total

A Tabela 2 apresenta os valores máximos nas concentrações de metais pesados e arsênio total registrados, considerando os períodos seco e chuvoso, antes e após o rompimento da barragem, bem como o valor máximo obtido na última coleta. Para os valores máximos desses parâmetros anteriores ao evento, foi considerada a série histórica do IGAM nos anos de 2000 a 2015. E, para os valores máximos desses contaminantes após o evento, foi considerada a série histórica dos dados de novembro de 2015 a outubro de 2016, separados pelo período climático.

Em relação ao valor máximo obtido nas últimas coletas realizadas, em outubro de 2016 (período chuvoso) e agosto de 2016 (período seco), todos os trechos apresentaram metais pesados em conformidade com o limite de Classe 2, à exceção do chumbo total no primeiro trecho, no período chuvoso.

⁸ Ponto de amostragem RD045.

Analisando-se somente os dados do período seco, nota-se que, mesmo após o evento, poucos parâmetros apresentaram violação em relação ao limite de classe, sendo que o parâmetro cobre dissolvido foi o único que apresentou violação em todos os trechos. É possível observar, também, que o valor máximo da série histórica do IGAM para cada trecho de monitoramento indica que, mesmo antes do rompimento da barragem, os parâmetros arsênio, chumbo, cobre e cádmio já haviam sido detectados na série histórica de monitoramento em concentrações acima do limite de classe, nesse período climático.

Em relação aos valores máximos de todos os metais pesados e arsênio total, para cada trecho, verifica-se que os maiores resultados ocorreram nos trechos Candonga-Baguari (3º trecho) e Governador Valadares-Aimorés (4º trecho); e os menores valores máximos ocorreram nos trechos dos afluentes do rio Doce (1º trecho) e a montante de Candonga (2º trecho). Ressalta-se que os valores máximos atingidos por esses parâmetros em toda série emergencial ocorreram, principalmente, no trecho Candonga-Baguari; entretanto, violações de todos os parâmetros (exceto cromo total e mercúrio total) já haviam sido registrados antes da ocorrência do evento.

Com relação à violação aos limites de classe verifica-se, após o evento, predominância de valores máximos acima do limite da legislação a partir do trecho Candonga-Baguari. Ressalta-se que, a partir desse mesmo trecho, os valores máximos antes do rompimento já apresentavam concentrações acima do limite de Classe 2. Contudo, à exceção do zinco total, os valores máximos pós-evento são superiores àqueles antes do evento. Os valores máximos de metais pós evento ocorreram durante a passagem da pluma de rejeitos e apresentaram queda ao longo do período de monitoramento. Salienta-se que a quantidade de violações e valores máximos se intensificam no período chuvoso, uma vez que o carreamento dos sedimentos das margens para o rio é maior nesse período.

Tabela 2: Concentrações máximas registradas de metais pesados e arsênio total no trecho mineiro do rio Doce, por período climático.

Parâmetros	1° trecho – Afluentes do rio Doce			2° trecho - Rio Doce a montante de Candonga			3° trecho – Candonga-Baguari			4° trecho - Governador Valadares a Aimores		
	Máx. antes do evento	Máx. após o evento	Máx. na última coleta*	Máx. antes do evento	Máx. após o evento	Máx. na última coleta	Máx. antes do evento	Máx. após o evento	Máx. na última coleta*	Máx. antes do evento	Máx. após o evento	Máx. na última coleta*
PERÍODO CHUVOSO												
Arsênio Total (mg/L)	0,0304	0,0036	0,0035	0,0088	0,0034	<0,001	0,0136	0,1080	0,0016	0,0073	0,0363	<0,001
Cádmio Total (mg/L)	0,0005	0,0008	<0,0005	0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0015	0,0158	<0,0005	0,0007	0,0346	<0,0005
Chumbo Total (mg/L)	0,0080	0,4460	0,0134	0,0080	0,0563	<0,005	0,0310	1,6500	<0,005	0,0670	0,4420	<0,005
Cobre dissolvido (mg/L)	0,0083	<0,004	<0,004	0,0048	<0,004	<0,004	0,0280	0,6750	<0,004	0,0120	0,0157	<0,004
Cromo total (mg/L)	0,0400	0,2460	<0,04	0,0400	<0,04	<0,04	0,0500	2,8630	<0,04	0,0900	0,3200	<0,04
Mércúrio Total (µg/L)	0,2000	0,8890	<0,20	0,2000	0,2930	<0,20	0,2000	0,2390	<0,20	0,2500	0,5290	<0,20
Níquel Total (mg/L)	0,0111	0,1440	0,0087	0,0090	0,0238	<0,004	0,0280	2,2800	0,0053	0,0242	0,2500	<0,004
Zinco Total (mg/L)	0,0400	0,1271	<0,02	0,0548	0,0254	<0,02	0,6100	0,2638	0,0354	0,1834	0,1386	<0,02
PERÍODO SECO												
Arsênio Total (mg/L)	0,0393	0,00183	0,00178	0,02439	0,00132	<0,001	0,0071	0,00245	<0,001	0,0027	0,00126	<0,001
Cádmio Total (mg/L)	0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0012	<0,0005	<0,0005
Chumbo Total (mg/L)	0,0136	<0,005	<0,005	0,01385	<0,005	<0,005	0,025	0,0203	<0,005	0,029	<0,005	<0,005
Cobre dissolvido (mg/L)	0,00717	0,04	<0,004	0,00546	0,0285	<0,004	0,411	0,217	<0,004	0,011	0,231	<0,004
Cromo total (mg/L)	0,04	<0,04	<0,04	0,04	<0,04	<0,04	0,05	<0,04	<0,04	0,05	<0,04	<0,04
Mércúrio Total (µg/L)	0,2	<0,20	<0,20	0,2	<0,20	<0,20	0,2	<0,20	<0,20	0,2	<0,20	<0,20
Níquel Total (mg/L)	0,00793	<0,004	<0,004	0,0193	<0,004	<0,004	0,018	0,0103	<0,004	0,011	0,0521	<0,004
Zinco Total (mg/L)	0,0597	0,1093	0,0331	0,074	0,0267	0,0267	0,16	0,1129	0,0442	0,1285	0,574	0,0893

* A última coleta, no período seco, foi realizada nos dias 29, 30 e 31 de agosto de 2016. E, no período chuvoso, foi realizada em 10 a 14 de outubro de 2016.

Em Vermelho: violação ao limite de classe 2.

3 Conclusão

Ao avaliar o comportamento dos parâmetros até o momento, é possível observar que os resultados de todos os parâmetros se comportaram aproximadamente da mesma forma em todas as regiões analisadas, apresentando, no início do monitoramento, valores muito altos, em virtude da passagem da pluma de rejeito, com tendência de redução ao longo do tempo. A redução percebida ao longo do tempo ocorre, geralmente, em todo o período chuvoso, com uma relativa estabilização no período seco, em valores mais próximos aos observados antes do evento, decorrentes da série histórica de monitoramento do IGAM.

De forma geral, as médias dos resultados da última coleta (outubro de 2016) ainda apresentam-se acima do limite legal para os parâmetros turbidez, alumínio dissolvido e manganês total, em pelo menos um dos trechos. Já em relação aos metais pesados e arsênio total, o valor máximo obtido na última coleta, realizada em outubro de 2016, aponta que todos os trechos apresentaram resultados em conformidade com o limite de Classe 2, exceto o parâmetro chumbo total no primeiro trecho.

O evento provocou diversas alterações no ambiente aquático e a recuperação da qualidade da água será um processo lento e gradual, uma vez que o rejeito depositado na calha dos corpos de água poderá ser revolvido após a ocorrência de determinados eventos, por exemplo, chuvas e ações antrópicas.

Desta forma, 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 emergencial das águas superficiais. Caso ocorra nova eventualidade, a frequência de monitoramento poderá ser intensificada de acordo com um plano de monitoramento emergencial.

4 Informações adicionais

4.1 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 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.

Após o rompimento da barragem, o IGAM disponibilizou 6 informativos diários a partir do dia 14 de novembro e, desde então, já publicou 8 relatórios de qualidade das águas, disponibilizados no site do IGAM e no Portal InfoHidro:

<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>

5 Referências

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD). *Desastre Ambiental em Mariana e Recuperação do Rio Doce*. Disponível em: <http://www.meioambiente.mg.gov.br/noticias/13-informativo/2879-desastre-ambiental-em-mariana-e-recuperacao-da-bacia-do-rio-doce>. Acesso em 31 de out. de 2016.

Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM. Relatório Técnico - *Acompanhamento da Qualidade das Águas do Rio Doce Após o Rompimento da Barragem da Samarco no distrito de Bento Rodrigues – Mariana/MG*. Belo Horizonte, 19 de outubro de 2016.