



II EXPEDIÇÃO RIO DOCE LAUDO TÉCNICO FINAL

Novembro de 2016

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA

Rede das Águas – Observando os Rios

Equipe Técnica:

Malu Ribeiro – Gestão e Supervisão Técnica

Romilda Roncatti – Coordenação do Observando os Rios

Gustavo Veronesi – Coordenação Técnica

César Pegoraro – Monitor

Marcelo Naufal Argona - Monitor

Adriana Bravin – Monitora

UNIVERSIDADE MUNICIPAL DE SÃO CAETANO DO SUL – USCS

Projeto IPH – Índice de Poluentes Hídricos

Responsável Técnica: Profa. Marta Angela Marcondes

Equipe Técnica:

Fernanda Amate Lopes – Bióloga

Paula Simone da Costa Larizzatti – Bióloga

Regina Albanese Pose – Estatística

Nathalia Costa Ponce – Pesquisadora

Ezequiel Gois de Oliveira – Pesquisador

Angela Maria Manfreda Villalobos – Pesquisadora

Igor Lungato Polido – Pesquisador

Danilo Oliveira da Costa

Milena Dias dos Santos Polo Madaleno

Daniela Ribeiro dos Santos

Responsáveis pelas coletas: Malu Ribeiro, Marcelo Naufal, Marta Angela Marcondes e Angela Maria Manfreda Villalobos.

METODOLOGIA DE MONITORAMENTO

Os Indicadores de Qualidade da Água (IQA) e as análises de metais pesados e microbiológicas reunidas neste relatório foram elaborados com base na legislação vigente e respectivos protocolos.

O IQA, adaptado do índice desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* dos Estados Unidos, foi introduzido no Brasil para apontar a condição ambiental das águas doces superficiais em 1974, por iniciativa da Cetesb (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). Nas décadas seguintes, outros Estados brasileiros adotaram o IQA, que hoje é o principal índice de qualidade da água utilizado no país.

Os parâmetros do IQA foram escolhidos por especialistas e técnicos como sendo os mais relevantes para serem incluídos na avaliação das águas doces brutas, destinadas ao abastecimento público e aos usos múltiplos. A totalização dos indicadores resulta na classificação da qualidade da água, em uma escala que varia entre: ótima, boa, regular, ruim e péssima.

As coletas e análises da qualidade da água reunidas neste relatório foram realizadas com base na metodologia de monitoramento por percepção da qualidade da água especialmente elaborada para a Fundação SOS Mata Atlântica por Samuel Murgel Branco e Aristides Almeida Rocha para o projeto Observando os Rios. Desde 1993, vem sendo aprimorada e aplicada pela Rede das Águas em rios e bacias hidrográficas do bioma Mata Atlântica.












Para medição dos parâmetros definidos no IQA, a SOS Mata Atlântica desenvolveu um kit de análise que utiliza reagentes colorimétricos e um sistema de dados georreferenciados, online, que totaliza e disponibiliza o índice apurado por grupos de monitoramento, em tempo real.

A utilização do kit de análise do projeto Observando os Rios e os parâmetros de percepção adotados permitem que a sociedade realize o levantamento, de acordo com a legislação vigente, utilizando 16 parâmetros: temperatura da água, temperatura do ambiente, turbidez, espumas, lixo flutuante, odor, material sedimentável, peixes, larvas e vermes vermelhos, larvas e vermes brancos, coliformes totais, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, pH, fosfato e nitrato.

Para o monitoramento da qualidade da água realizado na Bacia do Rio Doce, em virtude das especificidades do dano provocado pelo rompimento da barragem de rejeito de minérios em novembro de 2015, foram utilizadas sondas e equipamentos específicos para as coletas realizadas em campo e amostras analisadas em laboratório, sendo considerados os parâmetros de referência estabelecidos na legislação vigente no país.

Os limites definidos para os parâmetros que compõem o IQA variam de acordo com a classe do corpo d'água. Cada uma dessas classes é definida com base no uso preponderante da água e por uma série de parâmetros que variam de acordo com os

limites de concentração que cada substância presente na água deve obedecer. Esses padrões variam de acordo com a classificação das águas interiores fixadas na Resolução Conama 357/2005, da seguinte forma:

USOS DAS ÁGUAS DOCES	CLASSES DE ENQUADRAMENTO				
	ESPECIAL	1	2	3	4
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas 	Classe mandatória em Unidades de Conservação de Proteção Integral				
Proteção das comunidades aquáticas 		Classe mandatória em Terras Indígenas			
Recreação de contato primário 					
Aquicultura 					
Abastecimento para consumo humano 	Após desinfecção	Após tratamento simplificado	Após tratamento convencional	Após tratamento convencional ou avançado	
Recreação de contato secundário 					
Pesca 					
Irrigação 	Hortalças consumidas cruas e frutas que se desenvolvem rentes ao solo que sejam ingeridas cruas sem remoção de película	Hortalças frutíferas, parques, jardins, campos de esporte e lazer	Culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras		
Dessedentação de animais 					
Navegação 					
Harmonia paisagística 					

Observação: as águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em uso menos exigente, desde que este não prejudique a qualidade da água.

Parâmetro	Classes				
	Especial	1	2	3	4
OD mg/l	7 a 10	6	5	4	2
DBO mg/l	-	3	5	10	-
Nitrogênio Nitrato	-	10	10	10	-
Fósforo	-	0,025	0,025	0,025	-
Turbidez (UNT)	-	40	100	100	-
Coliformes Fecais	ausentes	200	1000	4000	-

As águas do Rio Doce estão enquadradas de acordo com a Resolução CONAMA 357/05 em águas doces de classe 2, destinadas:

- ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- à proteção das comunidades aquáticas;
- à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;
- à irrigação de hortalças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto;
- à aquicultura e à atividade de pesca.

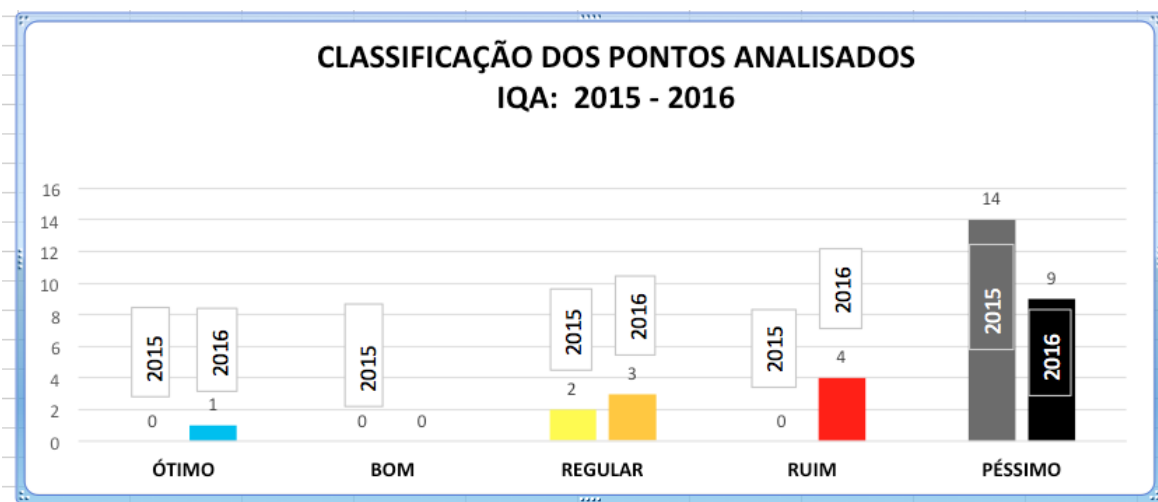
Para obtenção dos resultados os indicadores aferidos foram balizados nessa classificação.

PARA ÁGUAS DE CLASSE 2 – SITUAÇÃO PERMITIDA

Coliformes termotolerantes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA no 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros, em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro, coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente”.

RESUMO DA EXPEDIÇÃO

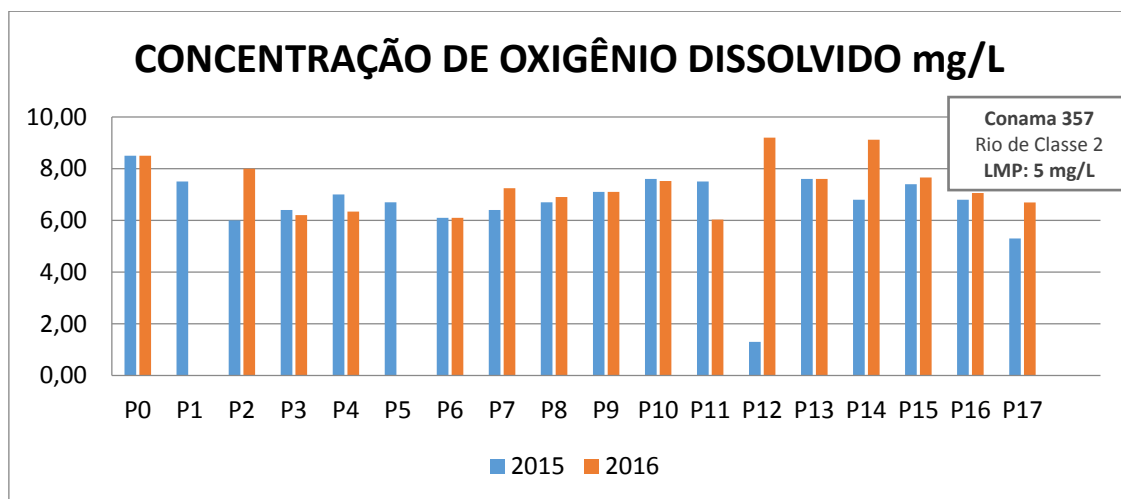
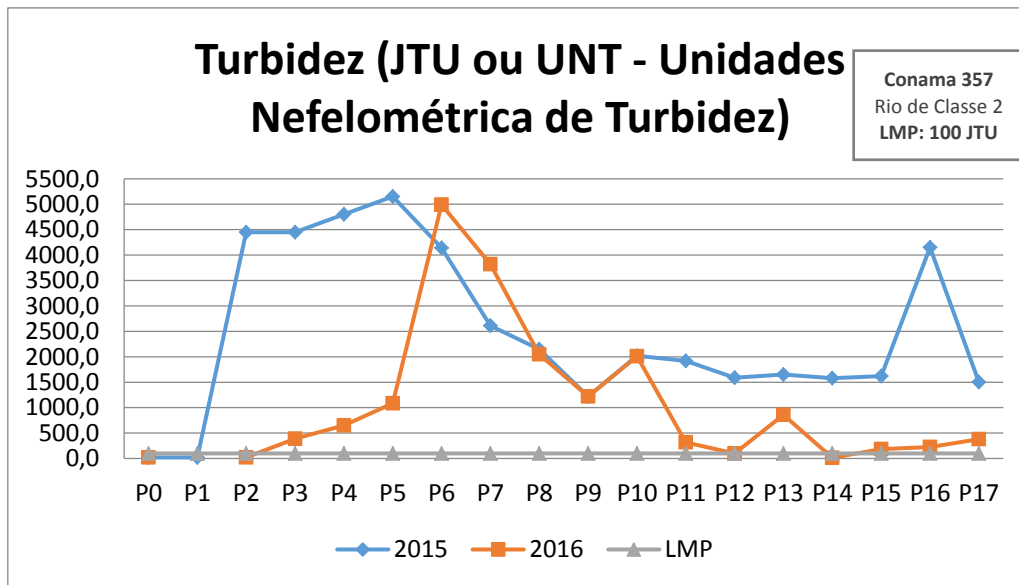
Quilômetros de Rios	650 km
Pontos de Monitoramento	17 pontos
Municípios Percorridos	29 municípios/ distritos
Período	19 a 28/10/2016
IQA – Índice de Qualidade da Água	Geral
Ótimo	1 ponto
Bom	0 pontos
Regular	3 pontos
Ruim	4 pontos
	9 pontos



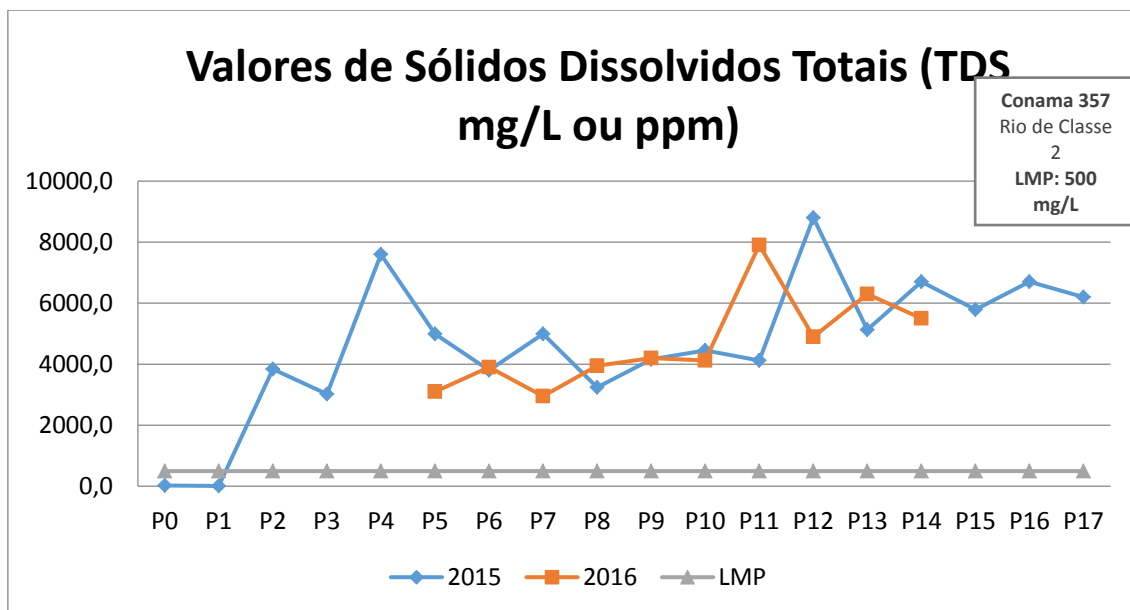
A qualidade da água na bacia do Rio Doce está em desconformidade com a legislação vigente e, portanto, imprópria para usos e consumo em 13 pontos de coleta, do total analisado. Destacamos que os 4 pontos de coleta que apresentaram condições para usos múltiplos, com índices de qualidade da água ótimo em um ponto isolado em virtude da seca que afetava a região até o momento da análise e dois pontos com qualidade regular, podem perder essa frágil condição assim que se inicie o período chuvoso e o volume e a vazão do Rio Doce mudem.

A turbidez ainda muito elevada da água dos rios formadores do Rio Doce afetados por rejeitos de minério do rompimento da barragem de Fundão, inviabilizam o uso da água e mantem os rios Gualaxo do Norte e Doce sem vida.

Apesar da seca e das condições climáticas, os rejeitos de minérios contendo metais pesados e elevada turbidez não decantou no período de doze meses de intervalo entre as análises realizadas nos mesmos pontos de coleta em 2015 e neste ano de 2016. Observa-se que a diminuição nos índices de turbidez decorreu do arrasto dos rejeitos e sedimentos pela vazão do rio e não por processo de decantação.



A elevada turbidez e a presença de contaminantes registrada no ponto 5 derrubaram o oxigênio dissolvido à zero neste ano. Destacamos que não foi possível realizar coleta e análise no P1, localizado na vila de Bento Rodrigues – MG pois o local foi soterrado por novo dique com rejeitos. Apesar dos altos índices de oxigênio dissolvido aferidos em 16 pontos de coleta, somente três voltaram à condição de abrigar vida aquática.

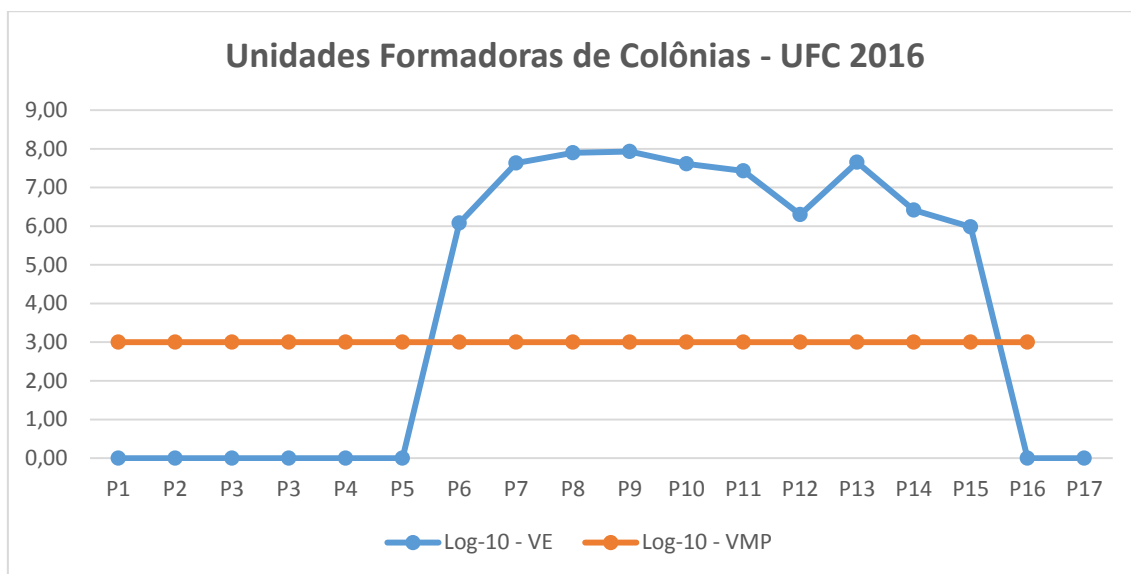


Todos os pontos de coleta analisados neste ano estão em desconformidade com a legislação vigente, por apresentarem concentrações elevadas de sólidos totais dissolvidos.

RESULTADOS POR CATEGORIAS

MICROBIOLOGIA

As coletas e análises obedeceram às normas estabelecidas pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Foram feitas análises microbiológicas quantitativas por tubos múltiplos, *Agar Plate Conte*, isolamento e identificação com a inoculação nos meios de cultura Caldo Escherichia Coli e Caldo Verde Bile Brilhante e utilização de Ágar Salmonella - Shigella, Ágar Eosina Azul de Metileno, Ágar Verde Bile Brilhante, Ágar Cetrimida e Meio Rugai. Além de testes confirmativos com a coloração de Gram para a identificação dos grupos encontrados em cada ponto amostrado e teste de oxidase.



Vale salientar que os pontos P0, P1, P2, P3, P4 e P5 não foram processadas amostras da microbiologia.

De acordo com os resultados obtidos, conforme descrito no gráfico acima, todos os pontos encontram-se em desacordo com o que é preconizado na legislação vigente.

Descrição dos grupos de bactérias encontrados nas amostras:

1. *Escherichia coli* - bactéria que faz parte da flora intestinal de animais de sangue quente, como seres humanos, por isso a presença desta bactéria na água se deve à contaminação com fezes. As bactérias *E.coli* presentes no intestino humano não causam problemas a saúde, mas quando encontradas em outros locais como a água utilizada para abastecimento ou mesmo lazer, podem contaminar aos que entram em contato com essa água. Essas bactérias podem causar doenças como a gastroenterite e infecção urinária, por exemplo. Forma de contaminação: por meio de consumo de água ou alimentos contaminados com a bactéria.

2. *Shigella* (existem 4 espécies; *S. flexneri*, *S. boydii*, *S. sonnei*, *S. dysenteriae*, porém não consegui verificar qual a espécie) todas causam disenteria bacilar ou shigelose, (todas tem como sintomas fezes sanguinolentas associadas a dor intestinal). Pode ser adquirida ingerindo água ou alimentos contaminados. Apenas pessoas contaminadas podem eliminar as bactérias juntamente com as fezes e assim contaminar a água (se não houver um tratamento do esgoto lançado)

3. *Klebsiella*- *Klebsiella spp* são espécies agentes patogênicos oportunistas comuns no trato gastrointestinal dos seres humanos e outros animais elas são oportunistas; podem ser encontradas em água, solos, vegetação e esgoto. Bacteremias causadas por *Klebsiella spp*. podem ocorrer após uma complicação urinária, infecções do trato gastrointestinal ou respiratório. A ocorrência de infecções causadas por espécies de *Klebsiella* causam grande preocupação pela capacidade que possuem em produzir

enzimas , a produção destas enzimas podem gerar resistência bacteriana a antimicrobianos potentes

4. *Pseudomonas spp*: as espécies do gênero *Pseudomonas* são bacilos Gram-negativos, aeróbios e móveis e oxidase positiva. Não são exigentes nutricionalmente, ou seja, suas necessidades nutricionais são mínimas, sobrevivendo em uma grande variedade de ambientes. Encontram-se amplamente distribuídas no solo e na água, e podem também fazer parte da microbiota normal do trato intestinal e pele de 3 a 5 % dos seres humanos.

Interessante: Algumas espécies desse grupo como por exemplo a *P.aeruginosa* é resistente a metais pesados. Essa espécie utiliza vias como sistema de efluxo, formação de biofilme e reações de oxido-redução com vantagem para as linhagens que vivem em comunidades. É menos resistente ao cobre, porém pode crescer em altas concentrações de cádmio, mercúrio, cobalto, zinco entre outros.

Importante: além das espécies encontradas em 2015, em 2016 foram encontradas espécies como a *Salmonella spp* e outras três espécies que ainda não foram identificadas, e que estão em isolamento para a identificação pela equipe técnica do Laboratório de Controle Ambiental da Universidade Municipal de São Caetano do Sul.

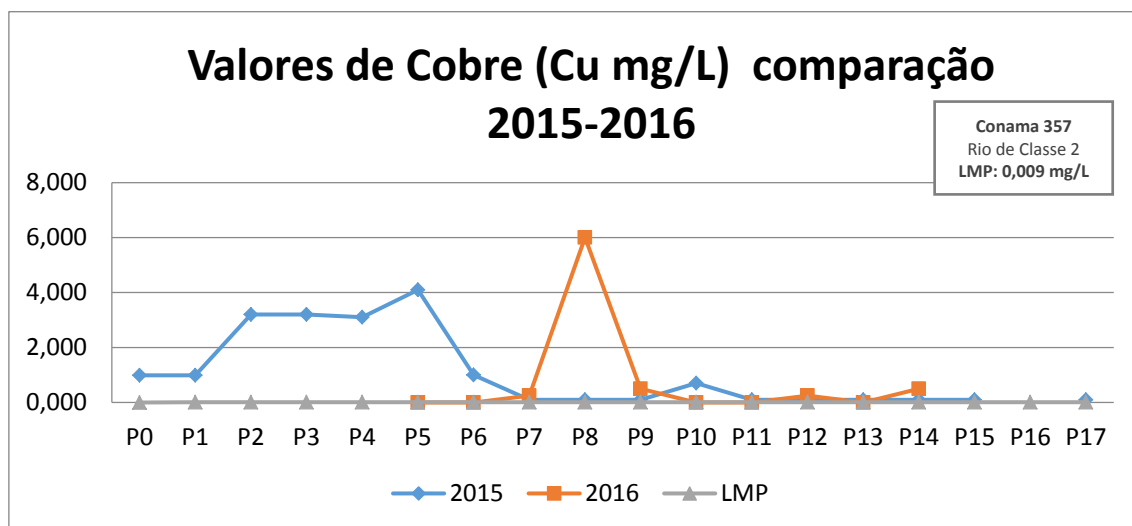
Outro fator que chamou a atenção da equipe foi o fato de que em 2016 o número de UFC (Unidades Formadoras de Colônias) aumentou significativamente, como pode ser observado no gráfico. Isso pode ser um indicador de que a concentração desses microrganismos aumentou devido a diluição ser muito menor em 2016, pois as coletas foram feitas em um período de estiagem. Em 2015, o nível da água do rio estava maior devido às chuvas e também ao grande volume de lama e rejeito de minérios trazidos pelo desastre.

Pode ser que o fato da ruptura da barragem não esteja diretamente ligado a presença desses microrganismos, porém as quantidades e espécies são muito preocupantes. É sabido que esses microrganismos estão diretamente ligados aos esgotos domésticos não tratados, mas que no momento do desastre as pessoas afetadas, bem como aqueles que foram prestar socorro, ficaram em contato e podem ter sido contaminadas por eles.

A preocupação em 2016 se deve ao fato de que novas espécies surgiram, a quantidade de UFC aumentou e ainda existe uma desestabilização ambiental ao longo de todo o percurso do rio, o que pode, no período que se inicia agora (período das chuvas) fazer essa água contaminada invadir áreas e regiões onde as comunidades, já fragilizadas por todo o processo, possam entrar em contato e serem contaminadas

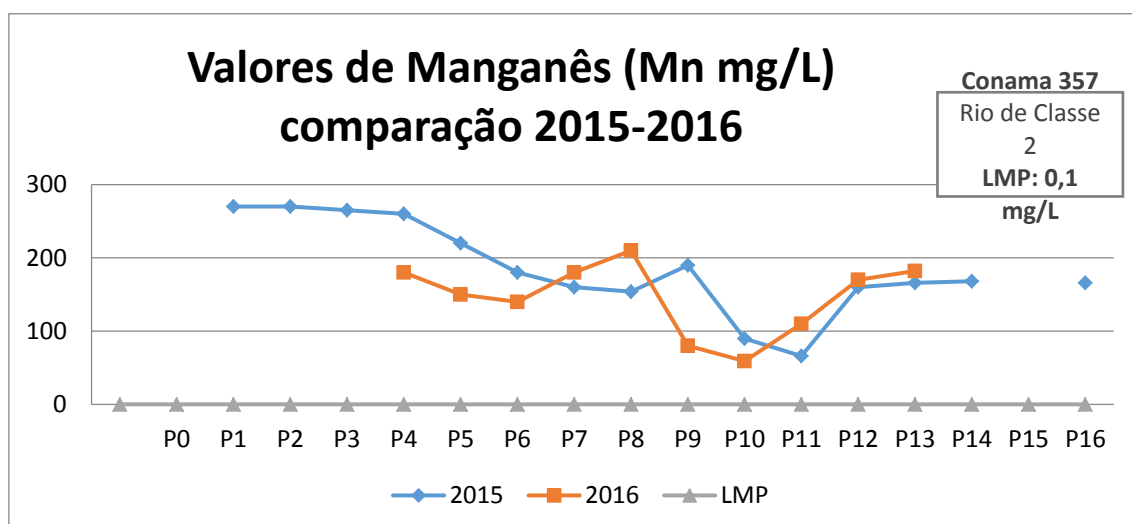
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

COBRE: o gráfico abaixo demonstra as quantidades de cobre encontradas em cada ponto e faz uma comparação com o ano de 2015.



Importante: o metal cobre é tóxico quando não está ligado a uma proteína e é assim que ele se encontra nas águas analisadas. O consumo de quantidades relativamente pequenas de cobre livre pode provocar náuseas e vômitos. Se os sais de cobre, não ligados a proteínas, forem ingeridos em grandes quantidades, pode absorver-se uma quantidade suficiente para lesar os rins, inibir a produção de urina e causar anemia devido à destruição de glóbulos vermelhos (hemólise).

Manganês: o gráfico abaixo demonstra os níveis de manganês presentes nas diferentes amostras, com comparação entre os dados de 2015 e 2016.



Importante: quando a contaminação por manganês ocorre por ingestão, no caso quando a água está com excesso desse elemento, existe o risco de seres humanos apresentarem sintomas como rigidez muscular, tremores das mãos e fraqueza. Pesquisas realizadas em animais constataram que o excesso de manganês no organismo provoca alterações no Sistema Nervoso Central, e ainda pode levar à impotência, por danificar os testículos.

CONCLUSÃO

As fontes de contaminação das águas da bacia do Rio Doce não cessaram e o despejo contínuo de rejeitos de minério na região de cabeceira da bacia hidrográfica mantém os rios mortos e sem condições de usos, apresentando riscos à saúde das comunidades ribeirinhas, animais e ecossistemas.

As análises realizadas em 2015 e 2016, nos mesmos pontos de coleta, permitem constatar o impacto das variações climáticas e das ações antrópicas que vêm sendo executadas na região diretamente afetada por toneladas de rejeitos de minério proveniente do rompimento da Barragem de Fundão. Constata-se, porém, que as obras e medidas adotadas até o momento estão voltadas a evitar novos danos decorrentes de rompimentos e do arrasto de lama com o início do período de chuvas e não com o objetivo de promover a recuperação dos danos e da bacia como um todo.

Portanto, os dados aferidos confirmam a importância e a urgente necessidade de serem paralisados os despejos continuados de rejeitos de minério das barragens localizadas na região de cabeceira da bacia hidrográfica, não apenas da barragem rompida de Fundão, mas de todas as demais e que se encontram em atividade.

A seca e as altas temperaturas registradas na região do Médio e Baixo Rio Doce, quando associadas à presença de remanescentes florestais de Mata Atlântica e ao isolamento do corpo d'água em braços do rio e áreas protegidas, permitiram a recuperação da qualidade da água no período de um ano, saltando da condição ruim ou péssima para a ótima e regular. Nesses pontos protegidos pela Mata Atlântica, em que a vegetação não foi arrastada e devastada, registram-se os melhores e únicos índices de recuperação da condição ambiental da bacia do Rio Doce.

Para recuperação da qualidade da água é essencial que sejam adotadas medidas de restauração florestal com espécies nativas e ampliados os serviços de saneamento básico e ambiental nos municípios da bacia para diminuir as demais fontes de poluição registradas e que foram agravadas com a degradação provocada pelo rompimento da barragem.