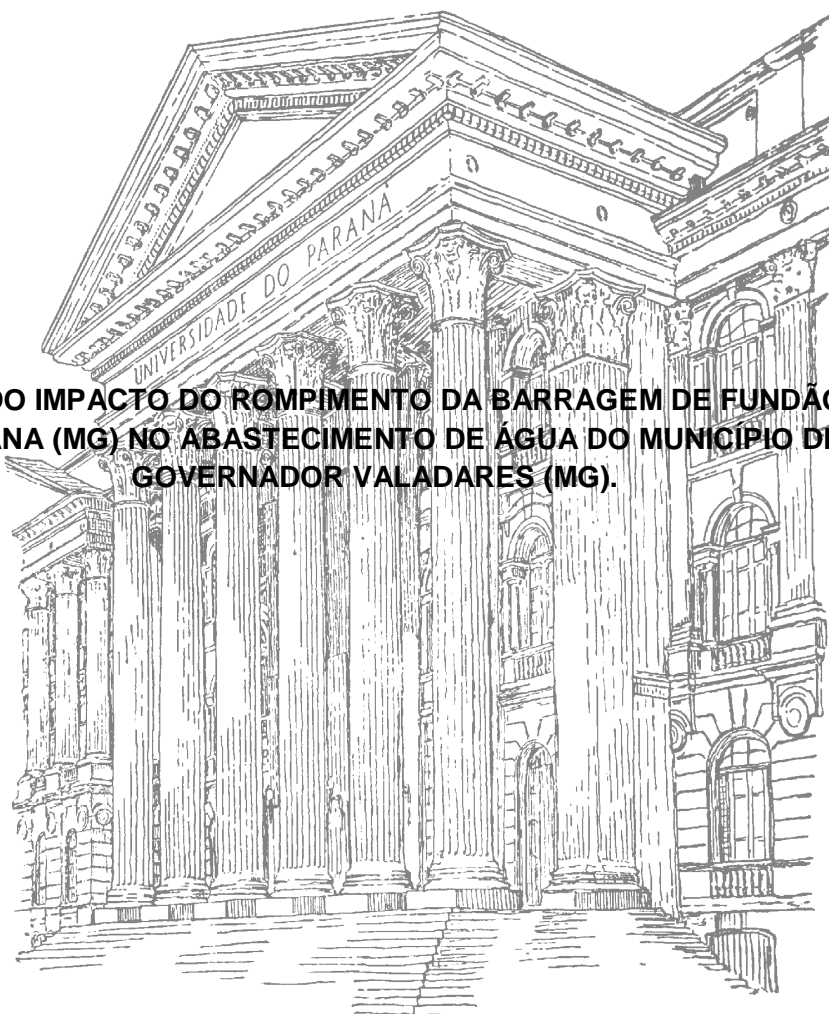


**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**LETÍCIA CRISTINA DA SILVA**

**ESTUDO DO IMPACTO DO ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO EM  
MARIANA (MG) NO ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE  
GOVERNADOR VALADARES (MG).**



**CURITIBA, 2016**



**LETÍCIA CRISTINA DA SILVA**

**ESTUDO DO IMPACTO DO ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO EM  
MARIANA (MG) NO ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE  
GOVERNADOR VALADARES (MG).**

**Monografia apresentada como requisito  
para conclusão da disciplina de Trabalho  
de Conclusão de Curso II do Curso de  
Engenharia Ambiental, Setor de  
Tecnologia, da Universidade Federal do  
Paraná sob orientação do professor Dr.  
Daniel Costa dos Santos.**

**CURITIBA, 2016**



## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador Prof. Daniel Costa dos Santos por ter me apoiado ao me arriscar e aceitar o tema, pela paciência, acompanhamento e orientação.

Aos professores da banca avaliadora Prof. Eduardo Felga Gobbi e Prof<sup>a</sup>. Regina Tiemy Kishi pelos ensinamentos e aconselhamentos ao longo do trabalho.

Aos colegas e amigos de Engenharia Ambiental pela convivência diária, companheirismo e suporte nas horas mais difíceis.

À Camila Chagas, minha guia em Governador Valadares, por me inserir na cultura local e facilitar a obtenção de informações essenciais.

E por fim, a minha família pelo apoio incondicional em todas minhas empreitadas e por ser sempre meu porto seguro.

***O Rio? É doce.  
A Vale? Amarga.  
Ai, antes fosse  
Mais leve a carga.***

Lira Itabirana, Carlos Drummond de Andrade, 1984.

## RESUMO

Sabe-se atualmente a alta pressão exercida sobre os recursos hídricos vem comprometendo a qualidade dos mananciais e conseqüentemente prejudicando o abastecimento humano. Apesar de o Brasil ser o país com maior disponibilidade de água doce no Mundo, a má gestão dos recursos hídricos e os episódios recorrentes de poluição da água nos levam à situações de escassez. Nesse contexto, o rompimento da Barragem de Fundão, ocorrido em Mariana (MG) no dia 5 de Novembro de 2015, responsável pela liberação de 34 milhões de m<sup>3</sup> de lama de rejeitos no Rio Doce é um desastre de proporções gigantescas. Dito isso, o presente projeto é um estudo de caso que almeja caracterizar, quantificar e avaliar os impactos causados por tal acontecimento no abastecimento de água do município de Governador Valadares (MG). Os objetivos do estudo foram analisar padrões de qualidade e alterações dos parâmetros físico-químicos da água, conseqüências sobre a infraestrutura e os processos de tratamento e a percepção da população local sobre as eventuais mudanças no abastecimento realizadas em decorrência da maior tragédia ambiental da história do Brasil. Foi verificado no estudo, sobretudo, que a interrupção do abastecimento no município causou transtornos à população e prejuízos à economia; a contaminação do Rio Doce motivou mudanças nos hábitos de consumo da população em decorrência da desconfiança da água tratada; ocorreram flutuações principalmente nas concentrações de ferro dissolvido, manganês, alumínio dissolvido e nos parâmetros turbidez e cor da água bruta e trada e por fim, a operação das estações de tratamento sofreu alterações, bem como estão sendo estudadas alternativas de tratamento.

Palavras-chave: Abastecimento de Água, Desastre Ambiental, Governador Valadares, Bacia do Rio Doce, Samarco, Mariana, Rejeitos, Poluição da Água.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Disponibilidade de água no planeta .....	22
Figura 2: Quadro com os usos permitidos para cada Classe de água doce e suas restrições .....	28
Figura 3: Localização e limites da Bacia do Rio Doce.....	30
Figura 4: Localização e limites da Bacia do Rio Doce.....	31
Figura 5: Densidade populacional nos municípios da Bacia do Rio Doce.....	34
Figura 6: Mapa com os principais municípios e vias de acesso da Bacia do Rio Doce.....	35
Figura 7: Vista aérea da cidade de Governador Valadares (com vista do Pico da Ibituruna).....	38
Figura 8: Localização do Município de Governador Valadares .....	39
Figura 9: Localização de Governador Valadares na Bacia do Rio Doce .....	40
Figura 10: Vila de Figueira em 1910 com vista do Pico da Ibituruna .....	41
Figura 11: Composição do PIB no ano de 2013 .....	45
Figura 12: Evolução e composição do IDHM de Governador Valadares.....	46
Figura 13: Nível de escolaridade da população adulta do município .....	47
Figura 14: Médias mensais de temperatura e precipitação em Governador Valadares (últimos 30 anos).....	49
Figura 15: Uso e ocupação do solo no município de Governador Valadares .....	51
Figura 16: Tipos de solos presentes no município de Governador Valadares.....	52
Figura 17: Hidrografia do Município de Governador Valadares.....	53
Figura 18: Vazões máximas do Rio Doce entre 1969 e 2005.....	54
Figura 19: Mapa das áreas inundadas para diferentes períodos de retorno .....	55
Figura 20: Primeira ETA de Valadares em 1949.....	56
Figura 21: Localização das principais estações do distrito sede e a ETA São Vitor .....	59
Figura 22: Visão geral da ETA Central.....	60
Figura 23: Localização da ETA Central .....	60
Figura 24: Captação Principal da ETA Central.....	61
Figura 25: Captação Auxiliar da ETA Central.....	62
Figura 26: Problemas identificados na ETA Central (formação de banco de areia e disposição do lodo) .....	63
Figura 27: Localização da ETA Vila Isa .....	66
Figura 28: Sistema de captação da água na estação Vila Isa .....	66
Figura 29: Sistema de captação de água bruta da ETA Penha.....	67
Figura 30: Localização da ETA Santa Rita.....	68
Figura 31: Sistema de captação da ETA Santa Rita .....	68
Figura 32: Localização da ETA Recanto dos Sonhos .....	69
Figura 33: Sistema de Captação da ETA Recanto dos Sonhos .....	70
Figura 34: Localização da ETA São Vitor .....	71
Figura 35: Visão Geral da ETA São Vitor .....	71
Figura 36: Localização das três barragens da unidade de Germano .....	72
Figura 37: Caminho percorrido pela lama.....	74
Figura 38: Imagem aérea de Governador Valadares após a chegada da pluma de rejeitos.....	77

Figura 39: Pontos de monitoramento de qualidade da água do IGAM, IEMA e ANA/CPRM.....	79
Figura 40: Impacto da onda de rejeito no abastecimento de água dos municípios afetados .....	81
Figura 41: Onda de cheia entre os dias 7 e 30 de Novembro nas cidades atingidas....	84
Figura 42: Moradores recebem doação de água após enfrentarem fila .....	85
Figura 43: Cooperada da associação comemora o volume de garrafas PET recebido	88
Figura 44: Morador busca água em poço artesiano para o preparo de alimentos .....	90
Figura 45: Divulgação do Seminário .....	93
Figura 46: Prefeita Elisa Costa se pronuncia durante o Seminário.....	94
Figura 47: Níveis de turbidez na RD044 entre Novembro de 2015 e Agosto de 2016..	97
Figura 48: Níveis de turbidez na RD045 entre Novembro de 2015 e Agosto de 2016..	97
Figura 49: Níveis de sólidos (totais, em suspensão e dissolvidos) na RD044 e RD045 entre Novembro e Agosto.....	98
Figura 50: Níveis de Ferro Dissolvido nas estações RD044 e RD045 entre os meses de.....	99
Figura 51: Níveis de manganês total nas estações RD044 e RD045 entre os meses de Novembro e Agosto. ....	99
Figura 52: Níveis de alumínio dissolvido nas estações RD044 e RD045 entre os meses de Novembro e Agosto .....	100
Figura 53: Plano de amostragem do MP/Novembro de 2015.....	106
Figura 54: Plano de amostragem do MP/Julho de 2016 .....	108
Figura 55: Localização das ETAs que captam água do Rio Doce .....	111
Figura 56: Bombas flutuantes para captação de água bruta na ETA Central .....	112
Figura 57: Captação Principal da ETA Central.....	113
Figura 58: Desarenador da ETA Central.....	114
Figura 59: Acúmulo de rejeitos retirados do desarenador .....	114
Figura 60: Entrada de água bruta na ETA Fonte: Acervo Próprio, 2016 .....	115
Figura 61: Dosagem de sulfato de alumínio na Calha Parshal.....	115
Figura 62: Vista dos flocuradores da ETA Central, com os novos agitadores mecânicos instalados.....	116
Figura 63: Vista dos 3 módulos de decantação da ETA Central .....	117
Figura 64: Tábua de madeira instalada na primeira câmara de um dos módulos de decantação .....	118
Figura 65: Filtro da estação em processo de retrolavagem.....	119
Figura 66: Visão Geral da ETA Vila Isa .....	120
Figura 67: Formação de espuma no floclador do primeiro módulo de tratamento ....	121
Figura 68: Decantador do segundo módulo da estação Vila Isa .....	121
Figura 69: Captação alternativa no Rio Suaçuí Grande.....	122
Figura 70: Fundação Renova anuncia a implementação da adutora em Outubro de 2016.....	123
Figura 71: Vista do Rio Doce da tomada de água da ETA Central, no dia 18/11/2016 .....	126
Figura 72: Situação do tratamento de esgoto e ocorrência de cianobactérias na Bacia do Rio Doce .....	130

## INDÍCE DE TABELAS

Tabela 1: Disponibilidade hídrica per capita no Estados Brasileiros.....	23
Tabela 2: Padrões organolépticos de potabilidade .....	29
Tabela 3: Afluentes do Rio Doce .....	31
Tabela 4: Principais Atividades Econômicas da Bacia do Rio Doce por Estados.....	37
Tabela 5: Crescimento do PIB entre os anos de 2000 e 2010 .....	45
Tabela 6: População total, por gênero, rural/urbana no município .....	46
Tabela 7: Índices de renda, desigualdade e pobreza de Governador Valadares .....	48
Tabela 8: Resumos dos dados meteorológicos do município de Governador Valadares ..	50
Tabela 9: Características das EATs do Sistema Central .....	63
Tabela 10: Resultado das análises da água tratada da ETA Central .....	65
Tabela 11: Pontos de Monitoramento da Qualidade da Água no Rio Doce.....	78
Tabela 12: Turbidez e sólidos totais antes e após o evento .....	80
Tabela 13: Ferro dissolvido e manganês total antes e após o evento.....	80
Tabela 14: Análise de parâmetros físicos feita pelo CRPM/ANA em caráter emergencial. ....	101
Tabela 15: Concentração de Sedimentos em Suspensão após o evento .....	102
Tabela 16: Resultados das análises para parâmetros inorgânicos.....	102
Tabela 17: Análises realizadas da água das ETA Central, Santa Rita, Vila Isa no ano de 2016 .....	105
Tabela 18: Concentração de Manganês nos pontos de coleta.....	107
Tabela 19: Turbidez nos pontos de coleta.....	107
Tabela 20: Cor aparente nos pontos de coleta .....	108
Tabela 21: Concentração de alumínio dissolvido nos pontos analisados .....	109

## LISTA DE SIGLAS

ANA: Agência Nacional de Águas

CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente

CPRM: Serviço Geológico do Brasil

EFVM: Estrada de Ferro Vitória-Minas

ETA: Estação de Tratamento de Água

ETE: Estação de Tratamento de Esgoto

GV: Governador Valadares

IBAMA: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais  
Renováveis

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDHM: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

IEMA: Instituto Estadual do Meio Ambiente

IGAM: Instituto Mineiro de Gestão das Águas

INMET: Instituto Nacional de Meteorologia

MP: Ministério Público

MS: Ministério da Saúde

PIRH: Plano Integrado de Recursos Hídricos

PMSB: Plano Municipal de Saneamento Básico

SAAE: Serviço Autônomo de Água e Esgoto

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. TEMA E PROBLEMATIZAÇÃO .....	16
3. JUSTIFICATIVA.....	17
4. OBJETIVOS GERAIS .....	18
5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	19
6. MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
7. REVISÃO DA LITERATURA .....	21
7.1. Água no Mundo.....	21
7.2. Água no Brasil.....	23
7.3. Água para o abastecimento humano .....	24
7.4. Padrões de Qualidade adotados no Brasil.....	26
8. CARACTERIZAÇÃO DAS REGIÕES DE INTERESSE.....	30
8.1. Bacia do Rio Doce.....	30
8.1.1. Limites geográficos.....	30
8.1.2. Histórico de Ocupação e Demografia .....	32
8.1.3. Economia.....	37
8.2. Governador Valadares .....	38
8.2.1. Informações Gerais .....	38
8.2.2. Histórico do Município .....	40
8.2.3. Aspectos Socioeconômicos .....	43
8.2.3.1. Economia.....	43
8.2.3.2. Índices sociais e de desenvolvimento.....	45
8.2.4. Aspectos Ambientais .....	48
8.2.4.1. Clima .....	48
8.2.4.2. Vegetação e Uso do Solo.....	50
8.2.4.3. Relevo e Hidrografia .....	52
8.2.5. Sistema de Abastecimento de Água .....	55
8.2.5.1. Histórico do Abastecimento .....	56
8.2.5.2. Sistema de abastecimento .....	58
8.2.5.2.1. Distrito Sede .....	58
8.2.5.2.1.1. ETA Central .....	60
8.2.5.2.1.2. Sistema Produtor Vila Isa .....	65
8.2.5.2.1.3. Sistema Produtor Penha.....	67

8.2.5.2.1.4.	Sistema Produtor Santa Rita .....	68
8.2.5.2.1.5.	Sistema Produtor Recanto dos Sonhos .....	69
8.2.5.2.2.	Outros Componentes do Sistema.....	70
9.	DESCRIÇÃO DO IMPACTO INICIAL .....	72
9.1.	Descrição do Evento .....	72
9.2.	Impactos sobre o manancial e abastecimento de água.....	75
10.	IMPACTOS SOBRE O ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE GOVERNADOR VALADARES .....	83
10.1.	Interrupção do abastecimento, fornecimento de água mineral e percepções da população .....	83
10.1.1.	Fórum Permanente em Defesa do Rio Doce .....	92
10.2.	Alterações nos parâmetros físico-químicos da água.....	94
10.2.1.	Análises da Água Bruta.....	95
10.2.1.1.	IGAM .....	95
10.2.1.1.1.	Turbidez .....	96
10.2.1.1.2.	Sólidos (Totais, Suspensão, Dissolvidos).....	97
10.2.1.1.3.	Ferro Dissolvido.....	98
10.2.1.1.5.	Alumínio Dissolvido.....	99
10.2.1.1.6.	Outras Considerações .....	100
10.2.1.2.	CPRM/ANA.....	100
10.2.1.3.	SAAE.....	102
10.2.2.	Análises da Água Tratada.....	103
10.3.	Alterações na operação e nos processos de tratamento das estações .....	110
10.3.1.	Visita às Estações Central e Vila Isa.....	111
10.3.1.1.	Estação Central.....	112
10.3.1.2.	ETA Vila Isa .....	119
10.3.2.	Outras alterações efetuadas e previstas no Sistema de Abastecimento...	122
11.	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	125
12.	CONCLUSÃO .....	129
13.	REFERÊNCIAS .....	132
14.	ANEXOS.....	136

## 1. INTRODUÇÃO

Em um mundo altamente industrializado e influenciado pela tecnologia, é recorrente a humanidade priorizar o desenvolvimento econômico em detrimento do meio ambiente. A atividade antrópica exerce hoje uma grande pressão nos recursos naturais do planeta, causando um desequilíbrio nos processos naturais e provocando danos irreversíveis à biota. Entre os vários problemas ambientais causados direta ou indiretamente pelo homem podemos citar a supressão de mata nativa, redução da biodiversidade e extinção de espécies, alterações climáticas, poluição da atmosfera e redução da camada de ozônio, contaminação do solo e poluição da água. Este último problema é que gerou a motivação para este trabalho.

A poluição das águas seja rios, lagos ou oceanos é um grande problema ecológico, pois é responsável por desestabilizar os ecossistemas aquáticos e conseqüentemente prejudicar espécies nativas, seja através da contaminação por produtos químicos, diminuição do nível de oxigênio, alterações de temperatura no corpo hídrico, entre vários outros motivos. Mais do que isso, a poluição dos recursos hídricos é um problema muito grave, pois afeta diretamente o ser humano, já que dependemos dos recursos naturais para o abastecimento de água da população, essencial para nossa sobrevivência.

Apesar da extrema importância da água na manutenção da vida, esse recurso continua sendo degradado, comprometendo seu uso pela população humana. Na história recente da humanidade são vários os desastres ambientais relacionados à poluição da água. O mais notável deles aconteceu em 1989, quando um navio petroleiro da Exxon Valdez encalhou nas águas do Alasca, despejando 10,8 milhões de galões de óleo no oceano e espalhando uma mancha por cerca de 500 quilômetros, matando milhares de animais.

No Brasil, os desastres ambientais com impacto sobre os recursos hídricos são recorrentes. Nos últimos 20 anos, podemos citar, por exemplo:

- a) Janeiro de 2000: o rompimento de um duto da Petrobras ocasionou o derramamento de 1,3 milhão de litros de óleo na Baía de Guanabara no

Rio de Janeiro (RJ), resultando na morte da fauna local e poluição do solo em vários municípios;

- b) Março de 2003: o rompimento de uma barragem de celulose na região de Cataguases (MG) causou o vazamento de 520 mil m<sup>3</sup> de rejeitos compostos por resíduos orgânicos e soda cáustica. Os resíduos atingiram os rios Pomba e Paraíba do Sul, originando prejuízos ao ecossistema e à população ribeirinha, que teve o abastecimento de água interrompido;
- c) Janeiro de 2007: uma barragem de mineração da empresa Rio Pomba Cataguases se rompeu após as fortes chuvas liberando cerca de 2 milhões de m<sup>3</sup> de lama contendo água e argila (lavagem de bauxita), invadindo as cidades de Miraí e Muriaé (MG) e chegando aos rios Fubá e Muriaé.

O grande e mais recente desastre ambiental no Brasil foi o rompimento da barragem de Fundão da mineradora Samarco Mineração S.A. em Mariana (MG), no dia 5 de Novembro de 2015. Estima-se que cerca de 34 milhões de metros cúbicos de lama tóxica tenham sido liberados, devastando o distrito de Bento Rodrigues e atingindo o Rio Doce, principal rio da região. Tal desastre foi considerado o maior desastre socioambiental da história brasileira e o maior do mundo envolvendo barragens de rejeito.

## **2. TEMA E PROBLEMATIZAÇÃO**

O rompimento da barragem de Fundão em Mariana causou vários impactos no meio ambiente que ainda estão sendo mensurados, além de impactos sociais, culturais e econômicos na região da Bacia Hidrográfica do Rio Doce.

Pelo aspecto ambiental pode-se citar a contaminação do solo (principalmente no distrito de Bento Rodrigues, o mais afetado), a morte de diversas espécies de peixes e outros organismos aquáticos do Rio Doce e afluentes afetados, assoreamento no curso do Rio Doce em decorrência da alta deposição de sedimentos, comprometimento da qualidade da água e do abastecimento humano.

Além disso, o rompimento da barragem de Fundão deixou 18 vítimas fatais, 1 pessoa ainda desaparecida e muitas famílias desabrigadas. Sob o aspecto econômico, o desastre comprometeu bastante a atividade da pesca em toda a região da Bacia do Rio Doce, além de prejudicar o turismo, principalmente na região litorânea do Espírito Santo, na foz do Rio Doce.

Visando entender as dimensões deste impacto, o presente projeto é um estudo de caso que objetiva caracterizar, quantificar e avaliar os impactos causados pelo rompimento da barragem de Fundão, focando no abastecimento de água no município de Governador Valadares (MG).

### **3. JUSTIFICATIVA**

Vistas as proporções do desastre ambiental em Mariana, torna-se de extrema relevância buscar entender quais foram e quais serão futuramente os impactos sobre a região. A recuperação da Bacia do Rio Doce será um processo lento e para que isso seja possível é necessário estudar com muita clareza os efeitos causados pelo vazamento da lama no ecossistema da região e indiretamente, na população local.

O foco do estudo está no impacto sobre o abastecimento de água, pois se trata de um recurso essencial à sobrevivência humana e o Rio Doce, que foi atingido pela lama de rejeitos, é um manancial de grande importância para o sistema de abastecimento humano na região. Sabe-se que a curto prazo, o rompimento da barragem teve um impacto bastante expressivo, com a interrupção do abastecimento em várias cidades atingidas e comprometimento da qualidade da água em vários pontos do Rio Doce.

O município de Governador Valadares foi escolhido como objeto de estudo, pois em relação ao abastecimento de água, foi a cidade mais prejudicada pelo vazamento da lama. Governador Valadares é o município mais populoso da Bacia do Rio Doce e o sistema de abastecimento de água do município é quase todo dependente do tratamento de água captada no Rio Doce.

#### **4. OBJETIVOS GERAIS**

Os objetivos gerais do trabalho consistem em mensurar quantitativamente e qualitativamente o impacto do rompimento da barragem de Fundão sobre o sistema de abastecimento de água de Governador Valadares, avaliando parâmetros de qualidade de água, consequências sobre a infraestrutura e os processos de tratamento e percepção da população local sobre as eventuais mudanças no abastecimento.

## **5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Os objetivos específicos consistem em:

- 1) Avaliar as alterações nos parâmetros físico-químicos da água bruta e tratada e comparação com padrões de qualidade;
- 2) Analisar os impactos da interrupção do abastecimento de água logo após o desastre;
- 3) Elencar e avaliar as eventuais mudanças no sistema de abastecimento, alterações na operação e processos de tratamento das ETAs;
- 4) Entender e investigar as percepções da comunidade local sobre a qualidade da água e o sistema de abastecimento;
- 5) Avaliar projeções futuras para a situação do abastecimento de água em Governador Valadares.

## **6. MATERIAIS E MÉTODOS**

A metodologia do trabalho consistiu, inicialmente, na revisão de literatura pertinente ao tema abordado, ou seja, a disponibilidade hídrica no mundo e no Brasil, parâmetros de qualidade de água adotados no Brasil, processos de tratamento de água, impactos do saneamento básico na saúde pública e etc. Em seguida foi feito um levantamento de informações para caracterizar as regiões de interesse, que são no caso a Bacia do Rio Doce e o município de Governador Valadares.

Para avaliar o impacto do rompimento da barragem, primeiramente foi feita uma cronologia dos eventos que constituem o desastre ambiental para compreender as circunstâncias em que se deu o vazamento dos rejeitos. Com base nos dados já existentes foi feita a descrição dos impactos iniciais do rompimento da barragem sobre a região e mais especificamente sobre o município de Governador Valadares. Em seguida foram levantadas informações já existentes sobre parâmetros de qualidade de água, ações de mitigação do impacto, alterações nos processos de tratamento de água, entre outras informações relevantes.

Em um último momento, foi realizado um trabalho de campo com visita ao local de estudo para levantar informações sobre a eficiência das estações de tratamento, conversar com a população local para entender suas demandas e percepções sobre a qualidade de água distribuída. Também eram previstas coletas e análises próprias da água captada e tratada do Rio Doce para posterior comparação com os dados previamente levantados, o que não foi possível.

## 7. REVISÃO DA LITERATURA

### 7.1. Água no Mundo

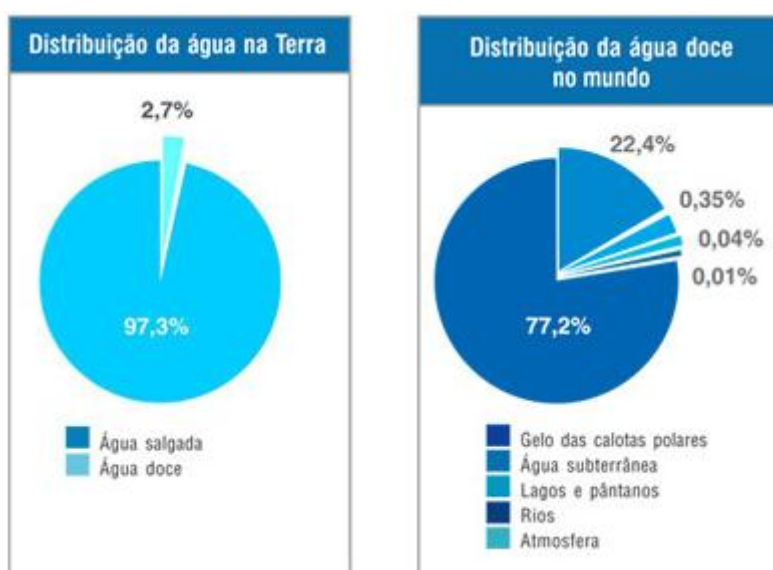
É indiscutível que a água é um recurso essencial para a manutenção da vida no planeta Terra. Para os seres humanos a água tem diferentes usos e funções: para beber; abastecimento doméstico; abastecimento industrial; agricultura; recreação e lazer; geração de energia; navegação; diluição de despejos; harmonia paisagística; preservação da fauna; preservação da flora; irrigação, entre outros.

A relação dos seres humanos com os recursos hídricos se dá desde o início da história humana. O desenvolvimento dos primeiros assentamentos acontecia sempre próximo aos rios e lagos, onde a água trazia consigo grande abundância de alimentos. Grandes civilizações desenvolveram-se ao longo de rios, notoriamente os egípcios que habitavam as margens do rio Nilo, onde a água passou a ser utilizada também como meio de transporte, comércio e desenvolvimento. Sistemas de irrigação foram igualmente importantes para a produção de alimentos, especialmente em regiões áridas.

Por muito tempo o consumo de água se deu de forma sustentável em todo o Planeta, porém, com o desenvolvimento econômico e tecnológico da humanidade, aliado ao crescimento populacional acentuado principalmente após a Revolução Industrial, a alta demanda de água gerou problemas na gestão dos recursos hídricos. O uso indiscriminado de água e a falta de cuidado com os dejetos gerados trouxeram uma série de problemas que comprometem a qualidade e a durabilidade dos recursos hídricos. Além disso, existe outro problema muito grande de que uma porção considerável da população mundial ainda não tem acesso à água de qualidade nem mesmo para consumo próprio.

A noção de que mais de dois terços do globo terrestre é ocupado por água nos dá a falsa ideia da abundância desse recurso no planeta. No entanto, a quantidade de água disponível para consumo é escassa. Isso porque, segundo dados da UNESCO, as águas doces representam apenas 2,7% (cerca de 38 milhões de km<sup>3</sup>) da disponibilidade hídrica total do planeta (1.380 milhões de km<sup>3</sup>) e o uso de águas salgadas se torna impraticável devido à

dificuldade do processo de dessalinização. Destas águas, a maior parte (77,2%) se encontra em estado sólido nas geleiras, icebergs e calotas polares, sendo o restante distribuído da seguinte maneira: 22,4% armazenadas em aquíferos e lençóis subterrâneos (dos quais cerca da metade se encontra a mais de 800 metros de profundidade); 0,36% em rios, lagos e pântanos; e 0,04% na atmosfera. Estes dados mostram que a quantidade de água doce disponível e acessível para o consumo humano (presente nos lagos, rios e aquíferos de menor profundidade) representa menos de 1% da disponibilidade hídrica mundial.



**Figura 1: Disponibilidade de água no planeta**

Com a alta demanda dos recursos hídricos, a água se torna escassa para uma grande parte da população. Segundo um estudo da Organização Mundial da Saúde (OMS) com a Unicef, cerca de um terço da população mundial, ou seja, em torno de 2,4 bilhões de pessoas não tem o acesso adequado à água potável. Ainda segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), em relatório divulgado em 2015, estima-se que as reservas hídricas do mundo podem encolher 40% até 2030. Segundo o documento, há no mundo água suficiente para suprir as necessidades de crescimento do consumo, desde que haja uma mudança dramática no uso, gerenciamento e compartilhamento do recurso. De acordo com a ONU, nas últimas décadas o consumo de água cresceu duas vezes mais do que a população e a estimativa é que a demanda aumente 55% até 2050, quando a população mundial deve atingir cerca de 9,1 bilhões de pessoas.

## 7.2. Água no Brasil

O Brasil sempre foi privilegiado em relação à disponibilidade de água doce superficial. Mas, apesar de o Brasil possuir 13% da água doce disponível do planeta, a distribuição é desigual, pois 81% estão concentrados na Região Hidrográfica Amazônica, onde está o menor contingente populacional, cerca de 5% da população brasileira e a menor demanda. Nas regiões hidrográficas banhadas pelo Oceano Atlântico, que concentram 45,5% da população do País, estão disponíveis apenas 2,7% dos recursos hídricos do Brasil.

Abaixo segue uma tabela mostrando o volume de água disponível por habitante em cada estado e seu enquadramento de acordo com o nível de disponibilidade. Pode-se perceber que todos os estados da região Norte estão em situação extremamente favorável, além dos estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Rio Grande do Sul (Tabela 1). Entretanto, apesar da água ser um recurso bastante abundante em várias regiões do país, a má gestão dos recursos hídricos acaba provocando crises de abastecimento, a exemplo da situação crítica que a região metropolitana de São Paulo sofreu em 2014.

**Tabela 1: Disponibilidade hídrica per capita no Estados Brasileiros**

Disponibilidade hídrica per capita (m <sup>3</sup> /hab/ano)	Estados	Situação
> 20.000	AC, AM, AP, GO, MS, MT, PA, RO, RR, RS e TO	Riquíssimo
> 10.000	MA, MG, SC e PR	Muito Rico
> 5.000	ES e PI	Rico
> 2.500	BA e SP	Situação adequada
< 2.500	CE, RJ, RN, DF, AL e SE	Pobres
< 1.500	PB e PE	Situação crítica

**Fonte: Brasil Escola, 2016**

Referente à qualidade das águas, o Índice de Qualidade da Água (IQA) utilizado no país pela Agência Nacional das Águas (ANA) para monitorar a qualidade da água no campo e nas cidades mostra que dos 1.039 pontos no meio rural, 82% têm qualidade considerada boa, 9% ótima, 6% ruim e 3% regular. Para os 530 pontos em cidades, a qualidade foi considerada boa em

48% deles, regular em 23%, ruim em 21%, ótima em 4% e péssima em 4%. O IQA considera nove parâmetros físico-químicos e biológicos das águas, como: Oxigênio dissolvido, Nitrogênio total, Fósforo total, temperatura da água, entre outros. Quanto pior a qualidade, mais rigoroso deve ser o tratamento para que a água possa ser usada para finalidades mais exigentes, como o abastecimento humano.

Já em relação ao saneamento básico, segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), em oito regiões hidrográficas o índice de atendimento urbano com rede de água foi superior a 90% em 2012. Em apenas quatro regiões, o índice ficou abaixo dos 90%: Atlântico Nordeste Oriental (88,1%), Amazônica (76,4%), Tocantins-Araguaia (68,5%) e Atlântico Nordeste Ocidental (68,5%). Ainda segundo o SNIS, quatro regiões hidrográficas apresentaram índices de coleta de esgoto acima de 60%: Paraná, Atlântico Leste, São Francisco e Atlântico Sudeste. Por sua vez, somente 58,2% do esgoto coletado na Região Hidrográfica Atlântico Sudeste recebem tratamento. Nas regiões Atlântico Leste, do Paraná e do São Francisco, este índice fica em torno de 84%, 72% e 63% respectivamente (ANA, 2014).

### **7.3. Água para o abastecimento humano**

A Portaria Nº2.914 de 12 de Dezembro de 2011 do Ministério da Saúde (MS), que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, define alguns conceitos importantes a respeito da água para o abastecimento humano:

- a) Água para consumo humano: água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem.
- b) Água potável: água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido na Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde e que não ofereça riscos à saúde.
- c) Água tratada: água submetida a processos físicos, químicos ou combinação destes, visando atender ao padrão de potabilidade.
- d) Sistema de abastecimento de água para consumo humano: instalação composta por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos,

desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição.

- e) Controle da qualidade da água para consumo humano: conjunto de atividades exercidas regularmente pelo responsável pelo sistema de abastecimento de água, destinado a verificar se a água fornecida à população é potável, de forma a assegurar a manutenção desta condição.

Um Sistema de Abastecimento é composto, primeiramente, por mananciais, que são fontes superficiais ou subterrâneas que são usados para abastecimento humano. A água pode ser captada por meio da sucção de água subterrânea em poços artesianos, dessalinização de águas salgadas, represamento de rios através da construção de barragem, captação em lagos naturais e a fio d'água, ou seja, água corrente em rios e riachos. A água captada dos mananciais é chamada de água bruta. Essa água bruta pode passar por adutoras e estações elevatórias que bombeiam a água até a estação de tratamento. Após passar pela Estação de Tratamento de Água (ETA) a água tratada segue para reservatórios e para a rede de distribuição, por meio da qual chega ao seu consumidor final.

São raros os casos em que a água pode ser consumida in natura, pois naturalmente ela possuiu características físico-químicas que provém, por exemplo, da formação geológica do solo, que podem ser danosas ao ser humano. Por tal motivo, é necessário que a água passe por um tratamento antes de ser consumida para o abastecimento humano. O tratamento convencional de água bruta é composto essencialmente por seis etapas: coagulação, floculação, decantação (ou flotação, menos utilizada), filtração, desinfecção (ou cloração) e fluoretação, que serão descritas a seguir:

- 1) **Coagulação**: adição de produto químico, que ao entrar em contato com a água, aglomera as partículas para que, aderindo umas às outras, formem flocos. Essa etapa ocorre no tanque de mistura rápida.
- 2) **Floculação**: processo para aumentar o tamanho dos flocos, para facilitar sua decantação. Pode ser adicionado o polímero, composto químico de

grande cadeia molecular que auxilia a aumentar o tamanho dos flocos que ganham peso no floculador.

- 3) **Decantação:** etapa que promove a remoção dos flocos formados. A água floculada passa para um próximo tanque onde ocorrerá o processo decantação em que esses flocos se depositarão no fundo do decantador pela ação da gravidade para depois serem removidos. Uma outra alternativa para a decantação é a flotação.
- 4) **Filtração:** os filtros são tanques compostos por camadas de seixos (pedras), areia, e carvão antracito. Nessa etapa, o restante dos flocos que não foram removidos na etapa de decantação (ou flotação) será retirado. Essa etapa é importante não só para remover a turbidez da água, mas nela também inicia a remoção de microrganismos patogênicos.
- 5) **Desinfecção:** adição de Cloro (Cl) para a remoção de alguns microrganismos patogênicos que podem ainda estar presentes na água.
- 6) **Fluoretação:** adução de Ácido Fluossilícico ( $H_2SiF_6$ ), que libera na água o fluoreto, forma iônica do elemento químico flúor, que auxilia o processo de recomposição dos minerais dos dentes (remineralização) tornando-os resistentes à cárie.

Além dessas etapas podem ser incluídos outros processos no tratamento, como a correção do pH através da adição de cal ou soda, injeção de ozônio, tratamento por raios ultravioletas, processo de ultrafiltração, entre outros mais avançados.

#### 7.4. Padrões de Qualidade adotados no Brasil












Em termos de legislação referente adoção de padrões e limites de referência para avaliar a qualidade da água, existem dois instrumentos principais a nível nacional:

- **Resolução CONAMA nº357 de 17 de Março de 2005:** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
- **Portaria nº2.914 de 12 de Dezembro de 2011 do Ministério de Saúde:** Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da

qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, define alguns conceitos importantes a respeito da água para o abastecimento humano.

A Resolução CONAMA nº357 considera que o controle da poluição está diretamente relacionado com a proteção da saúde, garantia do meio ambiente ecologicamente equilibrado e a melhoria da qualidade de vida, e por isso devem ser determinados os usos prioritários e classes de qualidade ambiental exigidos para um determinado corpo de água. Também dispõe que o enquadramento dos corpos de água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender as necessidades da comunidade.

Tal resolução divide as águas em doce, salina e salobra e estipula, para cada uma, classes de uso de acordo com os seus parâmetros físico-químicos, instituindo assim, limites de qualidade para que os corpos hídricos sejam enquadrados. Para as águas doces, segundo Art. 4º, são definidas 5 classes, que podem ser observadas na Figura 2. Quanto maior a classe, pior a qualidade da água e, portanto, são feitos usos menos exigentes. O enquadramento é um processo que procura garantir padrões de qualidade da água compatíveis com os usos que dela se faz ou se pretende, em equilíbrio com a capacidade de investimentos da sociedade, representada pelos governos e atores envolvidos. Para as Classes 1 e Classe 2, são apresentados no ANEXO 1 os parâmetros adotados para avaliar a qualidade da água e seus respectivos valores máximos para que sejam enquadrados como tal. A Classe 2 tem limites estabelecidos muito semelhantes à Classe 1, tendo divergência em apenas alguns parâmetros.

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 e 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 					

**Figura 2: Quadro com os usos permitidos para cada Classe de água doce e suas restrições**

Fonte: ANA, 2016

A Portaria MS nº2.914 se aplica à água destinada ao consumo humano proveniente de sistema e solução alternativa de abastecimento de água, sendo esta objeto de controle e vigilância da sua qualidade. O documento estabelece limites para parâmetros físicos, químicos e biológicos, afim de garantir que o consumidor tenha a sua disposição uma água isenta de microorganismos e de substâncias químicas que possam constituir potencial de perigo para a saúde humana, que tenha sabor, odor e aparência agradável e que esteja disponível de forma contínua à pressão adequada.

A Tabela 2 a seguir mostra os limites estabelecidos para parâmetros organolépticos, caracterizados por provocar estímulos sensoriais que afetam a aceitação para consumo humano, mas que não necessariamente implicam risco à saúde. As alterações nesses padrões são muito relevantes, pois são mais facilmente percebidas pela consumidor já que podem alterar os aspectos de cor, odor e sabor da água. Outros padrões de qualidade para substâncias químicas à saúde estão apresentados no ANEXO 2 deste documento. Não

serão discutidos os padrões biológicos de qualidade, pois estes se mostraram pouco pertinentes ao objeto de estudo.

**Tabela 2: Padrões organolépticos de potabilidade**

<b>Parâmetro</b>	<b>CAS</b>	<b>Unidade</b>	<b>VMP(1)</b>
Alumínio	7429-90-5	mg/L	0,2
Amônia (como NH <sub>3</sub> )	7664-41-7	mg/L	1,5
Cloreto	16887-00-6	mg/L	250
Cor Aparente (2)		uH	15
1,2 diclorobenzeno	95-50-1	mg/L	0,01
1,4 diclorobenzeno	106-46-7	mg/L	0,03
Dureza total		mg/L	500
Etilbenzeno	100-41-4	mg/L	0,2
Ferro	7439-89-6	mg/L	0,3
Gosto e odor (3)		Intensidade	6
Manganês	7439-96-5	mg/L	0,1
Monoclorobenzeno	108-90-7	mg/L	0,12
Sódio	7440-23-5	mg/L	200
Sólidos dissolvidos totais		mg/L	1000
Sulfato	14808-79-8	mg/L	250
Sulfeto de hidrogênio	7783-06-4	mg/L	0,1
Surfactantes (como LAS)		mg/L	0,5
Tolueno	108-88-3	mg/L	0,17
Turbidez (4)		uT	5
Zinco	7440-66-6	mg/L	5
Xilenos	1330-20-7	mg/L	0,3

**Fonte: Ministério da Saúde, 2011**

1) Valor máximo permitido.

(2) Unidade Hazen (mgPt-Co/L).

(3) Intensidade máxima de percepção para qualquer característica de gosto e odor com exceção do cloro livre, nesse caso por ser uma característica desejável em água tratada.

(4) Unidade de turbidez.

## 8. CARACTERIZAÇÃO DAS REGIÕES DE INTERESSE

### 8.1. Bacia do Rio Doce

#### 8.1.1. Limites geográficos

A Bacia do Rio Doce situa-se na região Sudeste, sendo uma das Bacias Hidrográficas mais importantes totalmente inseridas na região e que integra a região hidrográfica do Atlântico Sudeste. Tem uma área de drenagem de aproximadamente 86.715 km<sup>2</sup> (comparativo ao tamanho da Áustria), dos quais 86% pertencem ao Estado de Minas Gerais e o restante ao Espírito Santo, abrangendo um total de 230 municípios.

O Rio Doce tem sua nascente no Estado de Minas Gerais, nas serras da Mantiqueira e do Espinhaço, especificamente no município de Ressaquinha (MG), em uma altitude de 1.220 m. Recebe o nome de Rio Piranga e ao se juntar ao Rio do Carmo dá origem ao Rio Doce. Suas águas percorrem cerca de 850 km, até atingir o oceano Atlântico, junto ao povoado de Regência, no Estado do Espírito Santo (Figura 3). Existem dois rios de domínio federal na bacia do Rio Doce: o Rio Doce e o Rio José Pedro, afluente do Rio Manhuaçu.



Figura 3: Localização e limites da Bacia do Rio Doce

Fonte: PIRH Bacia do Rio Doce, 2010

A bacia limita-se ao sul com a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, a sudoeste com a Bacia do Rio Grande, a oeste com a Bacia do Rio São Francisco, ao norte e noroeste com a Bacia do Rio Jequitinhonha e bacias do litoral sul do Espírito Santo e a nordeste com as bacias do litoral norte do Espírito Santo (Figura 4).



**Figura 4: Localização e limites da Bacia do Rio Doce**  
**Fonte: PIRH Bacia do Rio Doce, 2010**

Os principais afluentes do Rio Doce pela margem esquerda são os rios do Carmo, Piracicaba, Santo Antônio, Corrente Grande e Suaçuí Grande, em Minas Gerais; São José e Pancas no Espírito Santo. Já pela margem direita são os rios Casca, Matipó, Caratinga/Cuieté e Manhuaçu em Minas Gerais; Guandu, Santa Joana e Santa Maria do Rio Doce no Espírito Santo (Tabela 3).

**Tabela 3: Afluentes do Rio Doce**

Principais Afluentes do Rio Doce	Extensão (km)
Rio Piranga	467,9
Rio Piracicaba	246,2
Rio Santo Antônio	279,5
Rio Suaçuí Grande	304,2
Rio Suaçuí Pequeno	149,6
Rio Caratinga	222,0

Rio Manhuaçu	374,1
Rio Guandu	160,3
Rio Santa Maria do Doce	92,9
Rio São José	189,6

Fonte: PIRH Bacia do Rio Doce, 2010

### 8.1.2. Histórico de Ocupação e Demografia

O processo de ocupação da Bacia do Rio Doce ocorreu em dois sentidos diversos em épocas diferentes: do planalto na direção do litoral e posteriormente desse para o interior. Apesar de ser descoberta em 1.501 pelos navegadores portugueses, a bacia hidrográfica do Rio Doce teve a sua ocupação iniciada no fim do século XVII e início do século XVIII, com povoação consequente do ciclo minerador. Nesse primeiro período, os bandeirantes, partindo de São Paulo pelos sertões descobriram ouro nas cabeceiras dos rios Piracicaba e Carmo, ocupando grande parte do Espinhaço e favorecendo o surgimento de municípios como Ouro Preto, Mariana e Serro.

Ribeirão do Carmo e Vila Rica, como eram chamados os municípios de Mariana e Ouro Preto, foram porta de entrada para a ocupação da bacia. Entretanto, a proibição da navegação pela Coroa Portuguesa, a mata fechada, a malária e a presença dos índios Botocudos dificultaram a ocupação da região, que foi uma das últimas a serem povoadas em Minas Gerais. Até o início do século XX, o vale do Rio Doce permanecia amplamente coberto pelo complexo da Mata Atlântica.

A efetiva ocupação da região somente se deu a partir de construção da Estrada de Ferro Vitória-Minas (EFVM), que foi iniciada em 1903 em Vitória, e em 1910 chegava ao então pequeno entreposto comercial de Porto de Figueiras, hoje Governador Valadares. Nessa época, o número total de municípios pertencentes à bacia era de apenas 26, com 22 destes localizados em Minas Gerais e 4 no estado do Espírito Santo, sendo apenas Linhares situado às margens do canal principal do Rio Doce.

A industrialização da região se deu início na década de 30, com a chegada da EFVM em Itabira, na bacia do rio Piracicaba, cujas minas seriam extraídas o minério de ferro para ser exportado via o Porto de Vitória. Em função dos recursos naturais encontrados na região adjacente à Itabira,

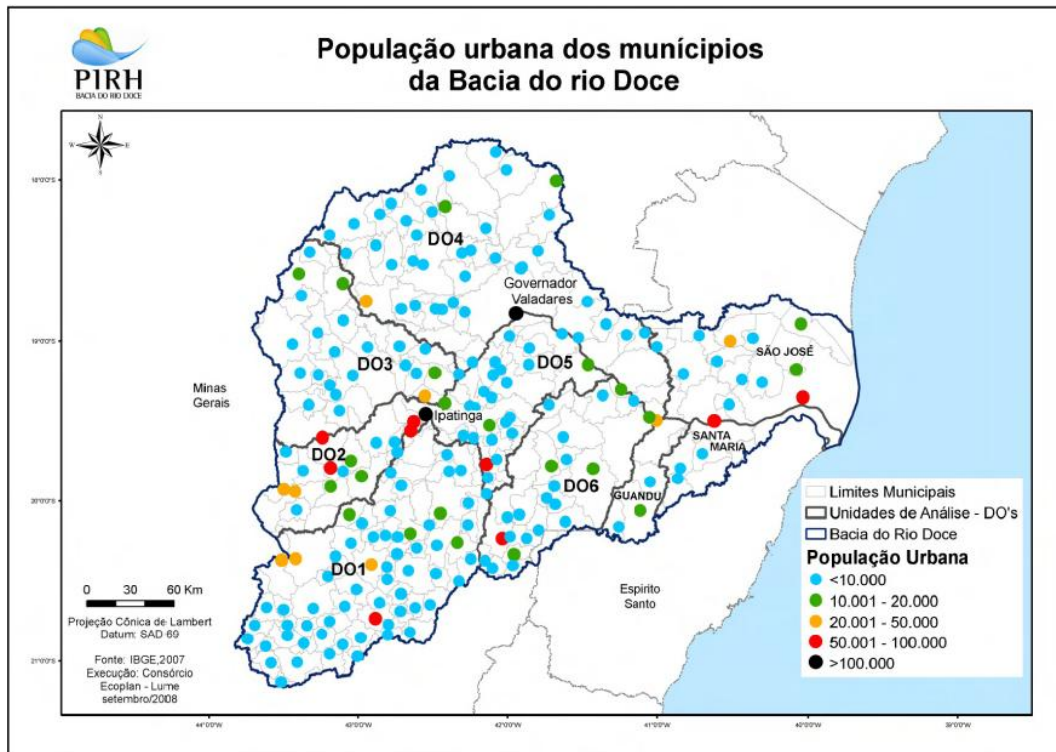
associados à rede ferroviária existente, foram criadas condições favoráveis para implantação de um pólo siderúrgico conhecido, hoje, como, “Vale do Aço”. Em 1937 foi instalada a primeira siderúrgica às margens do rio Piracicaba, a Companhia Siderúrgica Belgo Mineira. Em 1942 foi criada a Companhia Vale do Rio Doce, em Itabira.

No início da década de 50 foi inaugurada a rodovia Rio-Bahia, que passa por Governador Valadares, fazendo dali um corredor migratório para as populações da região Nordeste. Com o desmatamento desenfreado, as terras não tinham outra finalidade que não ser a pecuária e por isso a cidade de Governador Valadares viveu um inchamento demográfico, chegando a uma taxa de crescimento de 13,3% na década.

Em 1953, também às margens do Piracicaba, foi inaugurada a Companhia de Aços Especiais Itabira – ACESITA. Dez anos mais tarde entra em operação a Usina Intendente Câmara - USIMINAS. A instalação das siderúrgicas propiciou o surgimento do Aglomerado Urbano do Vale Aço, envolvendo as cidades de Ipatinga, Coronel Fabriciano e Timóteo.

Na década de 40 foi introduzido na região o eucalipto, como forma de aliviar a pressão sobre as florestas naturais. Os maciços florestais de eucaliptos na região viabilizaram a instalação, em 1975, da Companhia Nipo-Brasileira - CENIBRA, produtora de celulose, localizada às margens do rio Doce, a jusante da foz do rio Piracicaba, no município de Belo Oriente.

Atualmente, a bacia do Rio Doce tem uma população superior a 3,5 milhões de habitantes. O Vale do Aço tem o maior adensamento populacional da bacia e constata-se a existência de um fluxo migratório que se direciona, sobretudo, para as maiores cidades, como Ipatinga e Governador Valadares. Em decorrência disso há uma tendência de diminuição populacional nos municípios com população de até 20.000 habitantes, que representam mais de 85% dos municípios da bacia (Figura 5).



**Figura 5: Densidade populacional nos municípios da Bacia do Rio Doce**  
**Fonte: PIRH Bacia do Rio Doce, 2010**

A população urbana representa mais de 70% da população total. Entretanto, mais de 100 municípios possuem população rural maior que a urbana, evidenciando que a população rural ainda é significativa, fruto da exploração agropecuária. No Médio Doce, essas atividades constituem o principal gerador de renda, emprego e ocupação de mão-de-obra em municípios de menor porte, principalmente onde a população rural predomina.

O número de municípios com população maior que 50 mil habitantes vem apresentando crescente participação na dinâmica populacional. Em 1980, este grupo era formado por oito municípios nos quais residiam 29,1% da população. Em 2007 já eram 14 municípios que concentravam 45,4% da população da bacia e 86% do incremento populacional ocorrido entre 1980 e 2007. Atualmente 15 municípios possuem população superior a 50.000 habitantes e apenas dois em Minas Gerais possuem população superior a 200.000 habitantes: Governador Valadares (278.363 habitantes) e Ipatinga (257.345 habitantes). Esses municípios se localizam junto ao canal principal do Rio Doce, próximo a acessos importantes como Ferrovia (com transporte diário de passageiros e carga) e Rodovias Federais (BR-116 e BR-381), sendo considerados assim os pólos da economia regional (ver Figura 6).

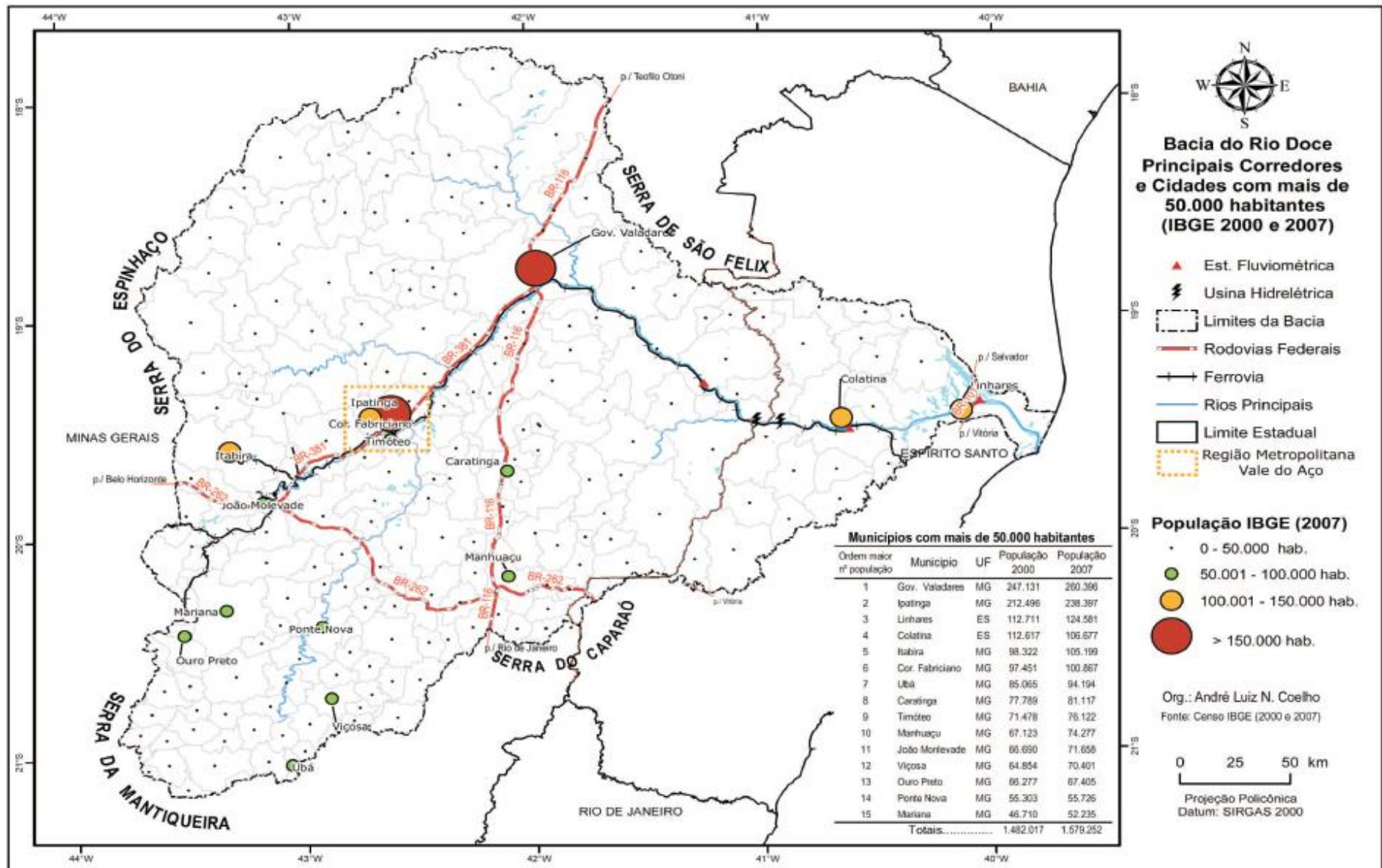


Figura 6: Mapa com os principais municípios e vias de acesso da Bacia do Rio Doce

Fonte: COELHO, 2009

Também na Bacia do Rio Doce há a Região Metropolitana do Vale do Aço – RMVA-MG, segunda maior concentração urbana industrial do Estado de Minas Gerais que é composta por Ipatinga, principal município em população, seguido de Coronel Fabriciano (109.363 habitantes) e Timóteo (87.452 habitantes). Já o Colar Metropolitano, constituído por municípios do entorno, é formado por Açucena, Antônio Dias, Belo Oriente, Braúnas, Bugre, Córrego Novo, Dom Cavati, Dionísio, Entre-Folhas, Iapu, Ipaba, Jaguarapu, Joanésia, Marliéria, Mesquita, Naque, Periquito, Pingo d'Água, São José do Goiabal, São João do Oriente, Sobrália e Vargem Alegre. A RMVA apresenta grande potencial de crescimento com integração do conjunto urbano do núcleo formado por Timóteo, Ipatinga e Coronel Fabriciano, e, principalmente, o aumento da renda per capita. A Região Metropolitana do Vale do Aço é a que possui maior concentração urbana da bacia, onde residem mais de 438 mil pessoas ou mais de 13% da população.

Dos 15 municípios com mais de 50 mil habitantes, apenas Colatina (122.646 habitantes) e Linhares (163.662 habitantes) estão localizados no Espírito Santo, possuindo uma população superior a 100.000 habitantes. Analisando a Figura 6 pode-se destacar também que 11 desses 15 municípios estão próximos a importantes vias de transporte que passam no interior da bacia e desempenham até hoje, importante papel na ocupação, a exemplo da BR-101 a leste da bacia; a BR-116, que corta a parte central da bacia no sentido N-S; BR-381 que liga a porção Sudoeste em direção a Governador Valadares; e a BR-262, que corta a porção sul-sudoeste, ligando Belo Horizonte a Vitória. A exceção fica a cargo dos municípios de Ouro Preto, Mariana, Ponte Nova, Viçosa e Ubá.

O êxodo rural é generalizado na área da bacia. Entre os anos de 1970 e 1991 a região perdeu 615 mil habitantes. Na região do Médio Doce, entre Tumiritinga e Aimorés, houve uma redução demográfica da ordem de 40% no mesmo período. Por outro lado, o crescimento da população urbana foi de cerca de 1,39 milhão de pessoas no período entre 1980 e 2007. Nesse mesmo período incremento da população total foi de 692,1 mil habitantes, o que indica um forte esvaziamento da área rural.

A região teve um crescente grau de urbanização nas últimas décadas, passando de 39,75% em 1970 para 73,77% em 2007. No entanto, apesar da crescente urbanização ocorrida em todas as classes de tamanho de município, nos de menor porte (até dez mil habitantes) a população rural ainda representa 47,75% da sua população total, enquanto no grupo formado pelos municípios com população superior a 50 mil habitantes o grau de urbanização já ultrapassa 93%.

### 8.1.3. Economia

A atividade econômica da bacia do rio Doce é bastante diversificada, destacando-se:

- a) a agropecuária (reflorestamento, lavouras tradicionais, cultura de café, cana-de-açúcar, criação de gado leiteiro e de corte e suinocultura);
- b) a agroindústria (sucroalcooleira);
- c) mineração (ferro, ouro, bauxita, manganês, pedras preciosas e outros);
- d) a indústria (celulose, siderurgia e laticínios);
- e) o comércio e serviços de apoio aos complexos industriais;
- f) geração de energia elétrica.

A seguir apresenta-se uma tabela com as principais atividades econômicas da Bacia divididas por estado:

**Tabela 4: Principais Atividades Econômicas da Bacia do Rio Doce por Estados**

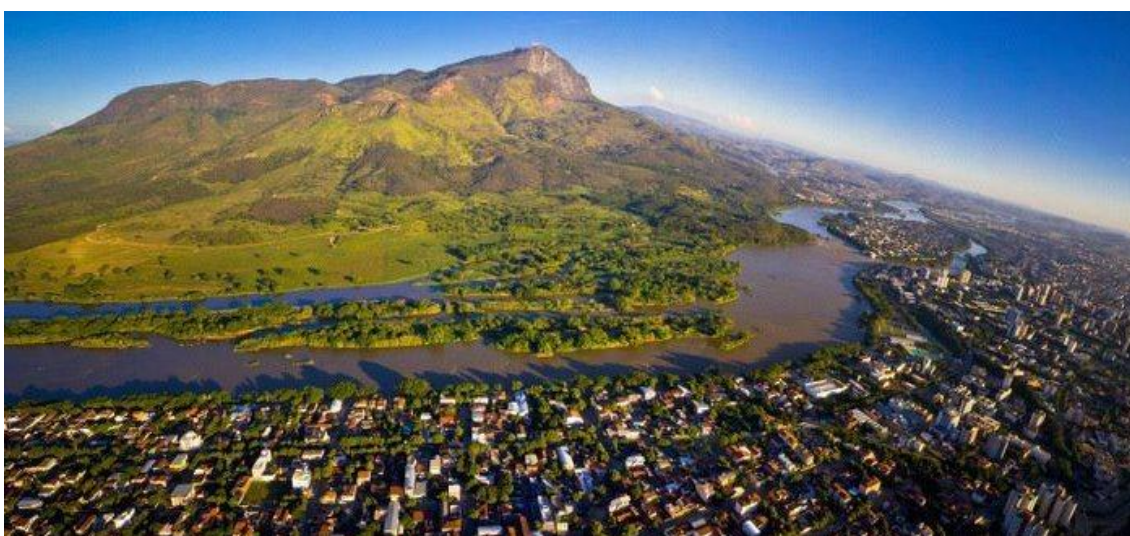
<b>Atividade</b>	<b>Minas Gerais</b>	<b>Espírito Santo</b>
Exploração Mineral	ferro, pedras preciosas, bauxita, manganês, rochas calcáreas e granito.	granito.
Indústrias	siderurgia, metalurgia, equipamentos mecânicos, química, turismo, papel/celulose, bebidas e álcool.	alimentos, bebidas, álcool, têxtil, turismo, moveis e atividades ligadas ao petróleo
Pecuária	leite e corte (além da suinocultura)	leite e corte
Agricultura	café, cana de açúcar e mandioca.	cana de açúcar, cacau, café, produtos hortifrutigranjeiros e mandioca.
Silvicultura	extensos plantios de eucaliptos.	eucaliptos
Setor Terciário	comércio e serviços de suporte às atividades industriais.	comércio e serviços de suporte às atividades industriais.
Produção de Energia Elétrica	Potência instalada superior a 900 mw	Potência instalada 181,5 mw

Fonte: COELHO, 2009

## 8.2. Governador Valadares

### 8.2.1. Informações Gerais

O município de Governador Valadares (Figura 7) localiza-se a leste do estado de Minas Gerais e encontra-se inserido na mesorregião do Vale do Rio Doce, na microrregião de Governador Valadares e todo seu território faz parte da Bacia do Rio Doce. Está situado a nordeste da capital do estado, Belo Horizonte, distando desta cerca de 320 quilômetros (Figura 8 e Figura 9). Está a uma altitude de 170 metros. A área total do município é de 2.342 km<sup>2</sup>, sendo que 24,37 km<sup>2</sup> estão em perímetro urbano.



**Figura 7: Vista aérea da cidade de Governador Valadares (com vista do Pico da Ibituruna)**

Governador Valadares é o município mais populoso da Bacia do Rio Doce, contando com 278.363 habitantes, de acordo com a estimativa do IBGE para 2015. É também o nono mais populoso do estado de Minas Gerais e o primeiro de sua mesorregião e microrregião.

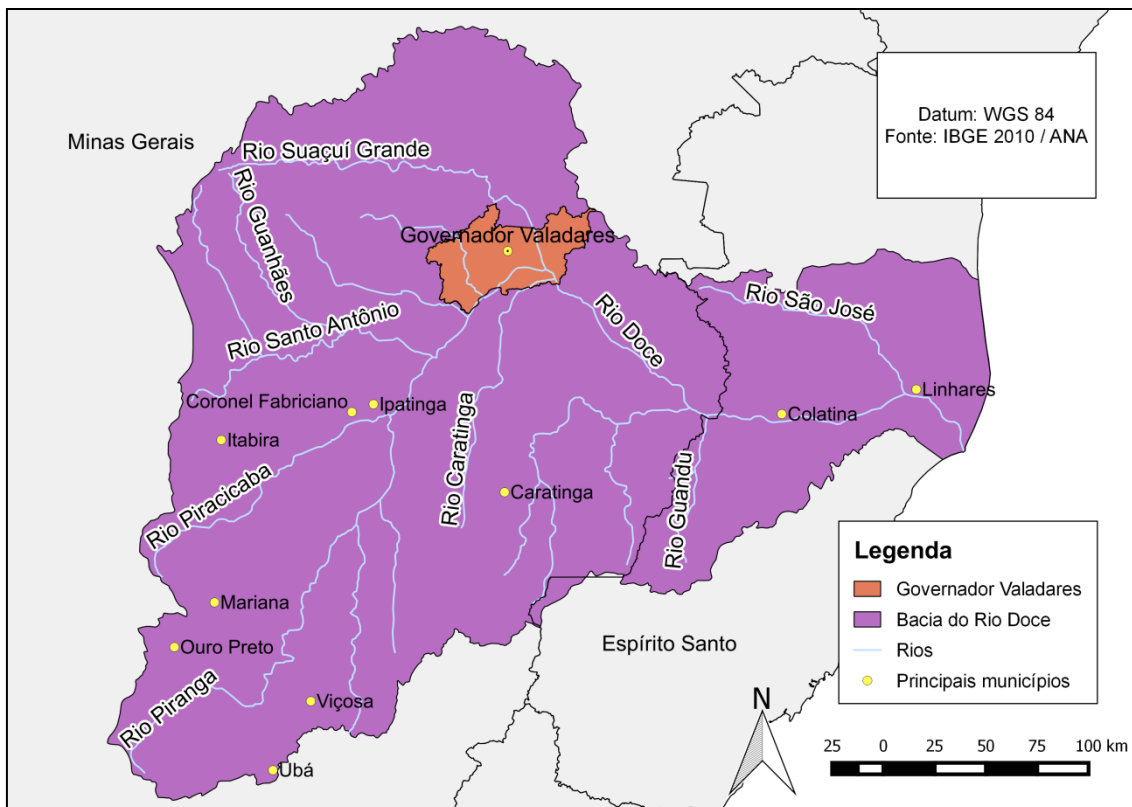
A maior parte de seu território situa-se na margem esquerda do Rio Doce. O município é servido pela Estrada de Ferro Vitória a Minas, da Companhia Vale do Rio Doce e pela rodovia Rio-Bahia (BR-116). Liga-se à capital do estado pela BR-381.

A microrregião de Governador Valadares agrega os municípios de Alpercata, Campanário, Capitão Andrade, Coroaci, Divino das Laranjeiras, Engenheiro Caldas, Fernandes Tourinho, Frei Inocência, Galiléia, Governador Valadares, Itambacuri, Itanhomi, Jampruca, Marilac, Matias Lobato, Nacip Raydan, Nova Módica, Pescador, São Geraldo da Piedade, São José da Safira,

São José do Divino, Sobrália, Tumiritinga e Virgolândia. Esta microrregião possui área total de 11.044.135 km<sup>2</sup>, sua população, estimada em 2010 pelo IBGE, era de 413.110 habitantes.



**Figura 8: Localização do Município de Governador Valadares**  
Fonte: Wikipédia, 2016



**Figura 9: Localização de Governador Valadares na Bacia do Rio Doce**  
 Fonte: Composição própria, 2016

### 8.2.2. Histórico do Município

A ocupação da região de Governador Valadares se deu início no século XIX, quando foram criadas Divisões Militares no Vale do Rio Doce como estratégia de guerra aos índios Botocudos, população nativa dessas terras. Neste contexto de luta, é que surgiu a localidade que, mais tarde, deu origem ao distrito de Figueira, atual Governador Valadares.

Entretanto, foi apenas a partir do início do século XX que a ocupação da área onde hoje se localiza o município foi acelerada com a construção da Estrada de Ferro Vitória-Minas. A EFVM foi inaugurada em 15 de agosto de 1910 e no mesmo ano foi criada a Estação Ferroviária de Governador Valadares. Com a estrada de ferro, chegaram os comerciantes e as plantações de café e a extração da madeira começaram a se expandir.



**Figura 10: Vila de Figueira em 1910 com vista do Pico da Ibituruna**

No início dos anos 1920, a vida urbana da então vila Figueira girava em torno de poucas ruas às margens do Rio Doce. O café e a madeira eram os produtos que sustentavam a receita da Estrada de Ferro Vitória-Minas. Em 1925, foi instalada a primeira usina elétrica movida a vapor de caldeira, destinada a abastecer as residências da vila.

Em 1928, foi construída a Rodovia Figueira-Coroaci, o que permitiu o escoamento de produtos originários dos municípios vizinhos e, ainda, a distribuição de produtos de outras regiões. Em 1937, a conexão da ferrovia com a Estrada de Ferro Central do Brasil interligou a região com os grandes centros consumidores do País, Rio de Janeiro e São Paulo, facilitando a expansão das atividades siderúrgicas para o Vale do Rio Doce.

No mesmo ano, em 31 de dezembro de 1937, finalmente foi criado o Município de Figueira, que no ano seguinte, por meio do Decreto-lei Estadual nº 148, de 17 de dezembro de 1938 teve seu nome alterado para Governador Valadares. Nessa data também ocorreu a emancipação política municipal. Em 1940, a população de Governador Valadares chegou a 5.734 habitantes, quando se iniciou o grande crescimento da economia regional. Com a crescente exploração dos recursos naturais (madeira, pedras preciosas, mica e solos férteis) a região presenciou um crescimento demográfico acelerado. Em 1950, a população aumentou para 20.357 habitantes. Dez anos depois, atingiu 70.494 habitantes.

Com o aumento populacional, a cidade passou a apresentar problemas típicos das zonas pioneiras: deficiências no saneamento básico e no fornecimento de energia elétrica. A água consumida pelos moradores era retirada diretamente do Rio Doce ou comprada de carroceiros que se abasteciam nele. Na área de expansão urbana ficavam diversas lagoas que acabavam se tornando focos do mosquito transmissor da malária. Tais problemas só foram contornados com a implantação do Serviço de Saúde Pública (SESP), em 1942.

A implantação da Usina Hidrelétrica de Tronqueiras, que entrou em operação em 1955, e das rodovias federais BR-381 e BR-116 também foram marcos históricos importantes no desenvolvimento do município

Além disso, a indústria da madeira foi muito importante na formação regional e no processo de urbanização. As atividades de beneficiamento da madeira, cujo auge também se concentrou nos anos 1940 e 1950, tiveram um papel central no crescimento da cidade. Nessa época, operavam em Governador Valadares 14 grandes serrarias e uma fábrica de compensados, uma subsidiária da Siderúrgica Belgo Mineira: a Companhia Agropastoril Rio Doce (CAP), que instalou uma das mais modernas fábricas de compensados do país. A cultura da cana-de-açúcar também foi destaque nesta época.

Nos anos 1960, o esgotamento dos recursos naturais fez cair drasticamente a produtividade e reduziu os ganhos de capitais. Nos anos 1970, a situação se agravou. Permaneceu-se a mentalidade extrativista frente à economia, em detrimento do meio ambiente. Controlada pela subsidiária da Siderúrgica Belgo-Mineira, a Companhia Açucareira do Rio Doce (CARDÓ) foi fechada em meados dos anos 1970 pela dificuldade de se obter matéria-prima em quantidade necessária.

Apesar disso, a cidade de Governador Valadares foi a única de sua zona de influência que continuou a manter um crescimento demográfico, porém, num ritmo menor. Em 1993, calculou-se que cerca de 27.000 valadarenses haviam emigrado para o exterior e o dinheiro enviado pelos emigrantes movimentou a indústria da construção civil, o comércio e propiciaram a abertura de muitos negócios. Estes recursos foram fundamentais para manterem a dinâmica da economia nos anos 1980 e 90.

### **8.2.3. Aspectos Socioeconômicos**

#### **8.2.3.1. Economia**

A economia do município é essencialmente baseada no terceiro setor: o comércio e a prestação de serviços são as principais atividades desenvolvidas na microrregião. A fragilidade econômica das outras cidades provocou fluxos migratórios que favoreceram o rápido incremento da população urbana, reforçando a terceirização da economia valadarense. Governador Valadares passou a concentrar o maior número de estabelecimentos atacadistas, varejistas e de unidades prestadoras de serviços de sua microrregião, centralizando a mão de obra disponível.

Os principais estabelecimentos do setor terciário são de distribuição e revenda de veículos automotores, retíficas, revendas e assistência técnica de bens de consumo duráveis, supermercados, hotéis, restaurantes, escritórios e consultórios de profissionais liberais, entre outros. Destaca-se também a comercialização de produtos com destino ao mercado nacional e internacional, como pedras semipreciosas e derivados das atividades agropecuárias, específicos da região.

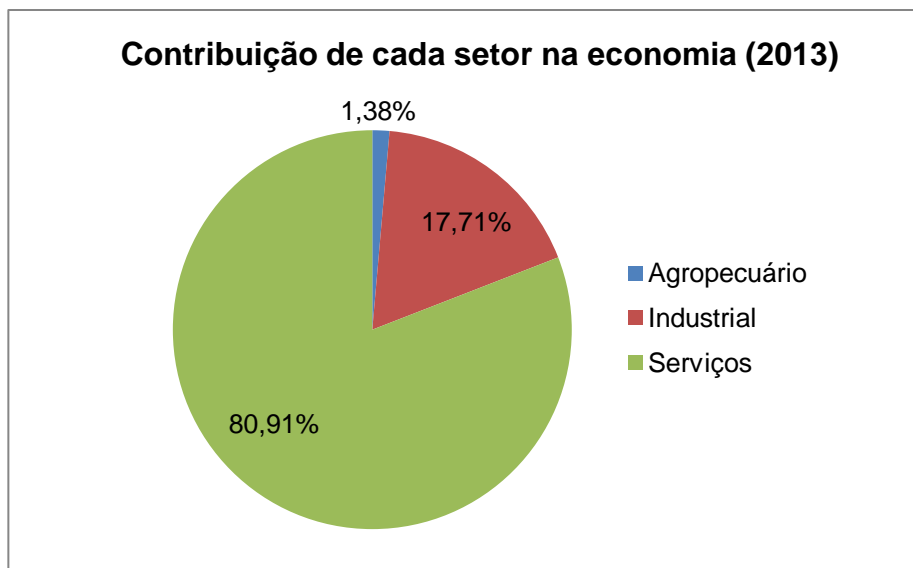
O segundo setor é menos expressivo e concentra principalmente indústrias do ramo alimentício, mas estas absorvem reduzida quantidade de mão de obra e apresentam pouco dinamismo. A indústria da construção civil também teve um papel importante na economia a partir de 1982 quando se intensificou a migração de valadarenses para os Estados Unidos, o que permitiu a entrada de moeda estrangeira no mercado local e a destinação desse recurso para a construção da casa própria dos emigrantes e seus familiares. No entanto, o mercado imobiliário local não conseguiu manter-se aquecido até os dias atuais.

Embora exista um distrito industrial, onde foram instalados diversos armazéns, depósitos e outros equipamentos que dão suporte às atividades de comércio e serviços polarizadas por Governador Valadares, o setor industrial é limitado, principalmente pelas dificuldades para colocação de produtos no mercado, obstáculos para obtenção de financiamento e falta de acesso aos incentivos governamentais.

O primeiro setor é o que se encontra mais defasado, principalmente em decorrência do esgotamento de recursos naturais na região. Com a decadência das atividades extrativas houve um incremento da pecuária que, em regime de criação extensiva, tornou-se a principal atividade do setor primário da economia valadarense. As terras ocupadas com pastagens representam, aproximadamente, 83% do solo do município, enquanto apenas 7% são destinados à agricultura. São criados, principalmente, bovinos e galináceos, e produzidos banana, cana-de-açúcar, feijão, laranja e mandioca.

Na pecuária, as maiores dificuldades estão na alimentação deficiente do gado, as condições sanitárias precárias do rebanho e o manejo inadequado do mesmo, o que ocasiona baixa produtividade do rebanho bovino, de leite e carne; e perda da qualidade do produto e seus derivados. Na agricultura, os pequenos agricultores enfrentam dificuldades como os altos custos dos insumos e precárias condições de armazenamento e a falta de conhecimento sobre como utilizar o potencial de irrigação da região. São prejudicados ainda pelas consequências da utilização inadequada do solo, onde os plantios incorretos, o desmatamento indiscriminado e as queimadas contribuem para a baixa produtividade existente. Além disso, o índice de modernização e inovações tecnológicas para a produção na agricultura é reduzido.

Segundo dados do IBGE, em 2013, o setor terciário dominava a economia valadarense, sendo responsável pela composição de 80,91% do PIB daquele ano, contra 17,71% do segundo setor e apenas 1,38% do primeiro setor (Figura 11). Em relação ao crescimento do PIB, entre 2000 e 2010, o setor que mais cresceu foi a indústria, com alta de 270%. Nesse mesmo período o PIB total cresceu 221% e o PIB per capita passou de R\$4.349,39 para R\$12.682,90, o que representou um aumento de 192%, o que evidencia que apesar dos problemas citados anteriormente em cada setor, a economia do município está em crescimento.



**Figura 11: Composição do PIB no ano de 2013**  
Fonte: IBGE

**Tabela 5: Crescimento do PIB entre os anos de 2000 e 2010**

Setor	2000	2010	Crescimento (%)
Agropecuário	R\$ 18.083.000	R\$ 48.649.000	169
Industrial	R\$ 163.353.000	R\$ 604.646.000	270
Serviços	R\$ 773.079.000	R\$ 2.356.310.000	205
Total	R\$ 1.074.869.000	R\$ 3.344.341.000	211
Per capita	R\$ 4.349,39	R\$ 12.682,90	192

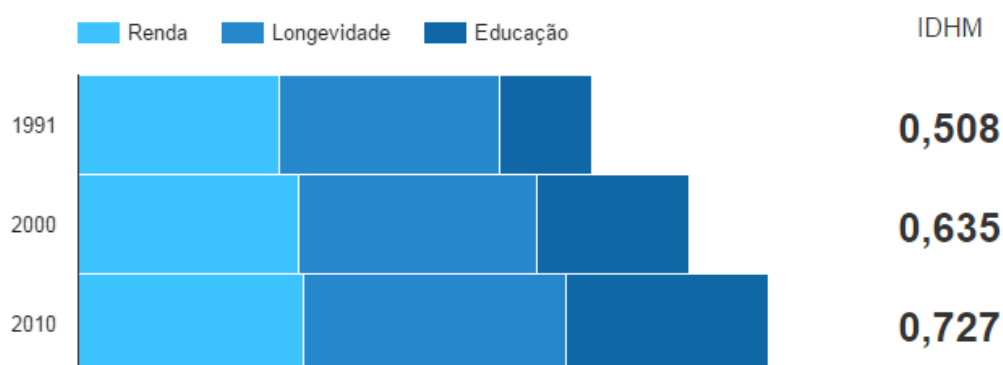
Fonte: PMSB Governador Valadares, 2015

Em 2010, das pessoas ocupadas na faixa etária de 18 anos ou mais do município, 4,69% trabalhavam no setor agropecuário, 0,63% na indústria extrativa, 8,90% na indústria de transformação, 9,15% no setor de construção, 1,08% nos setores de utilidade pública, 21,33% no comércio e 48,74% no setor de serviços.

### 8.2.3.2. Índices sociais e de desenvolvimento

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM) - Governador Valadares é 0,727, em 2010, o que situa esse município na faixa de Desenvolvimento Humano Alto (IDHM entre 0,700 e 0,799) e é o mesmo valor que a média do Brasil no mesmo período. A dimensão que mais contribui para o IDHM do município é Longevidade, com índice de 0,834, seguida de Renda, com índice de 0,714, e de Educação, com índice de 0,644. Em 1991 o IDHM do município era de 0,508 e em 2000, 0,635. Entre 1991 e 2010 o índice que teve maior aumento foi o IDHM de Educação, que saltou de 0,294 para 0,644, porém

continua sendo a dimensão mais defasada do IDHM. Governador Valadares ocupa a 1107ª posição entre os 5.565 municípios brasileiros segundo o IDHM. Nesse ranking, o maior IDHM é 0,862 (São Caetano do Sul) e o menor é 0,418 (Melgaço).



**Figura 12: Evolução e composição do IDHM de Governador Valadares**

Fonte: PNUD, Ipea e FJP

Em relação à demografia do município, entre 2000 e 2010, a população de Governador Valadares cresceu a uma taxa média anual de 0,65%, enquanto no Brasil foi de 1,17%, no mesmo período. Nesta década, a taxa de urbanização do município passou de 95,54% para 96,06%. Em 2010 viviam, no município, 263.689 pessoas.

Já entre 1991 e 2000, a população do município cresceu a uma taxa média anual de 0,78%. Em Minas Gerais esta taxa foi de 1,43%, enquanto no Brasil foi de 1,63%, no mesmo período. Na década, a taxa de urbanização do município passou de 93,31% para 95,54%. Na Tabela 6 é possível observar um resumo sobre os dados populacionais de Governador Valadares entre 1991 e 2010.

**Tabela 6: População total, por gênero, rural/urbana no município**

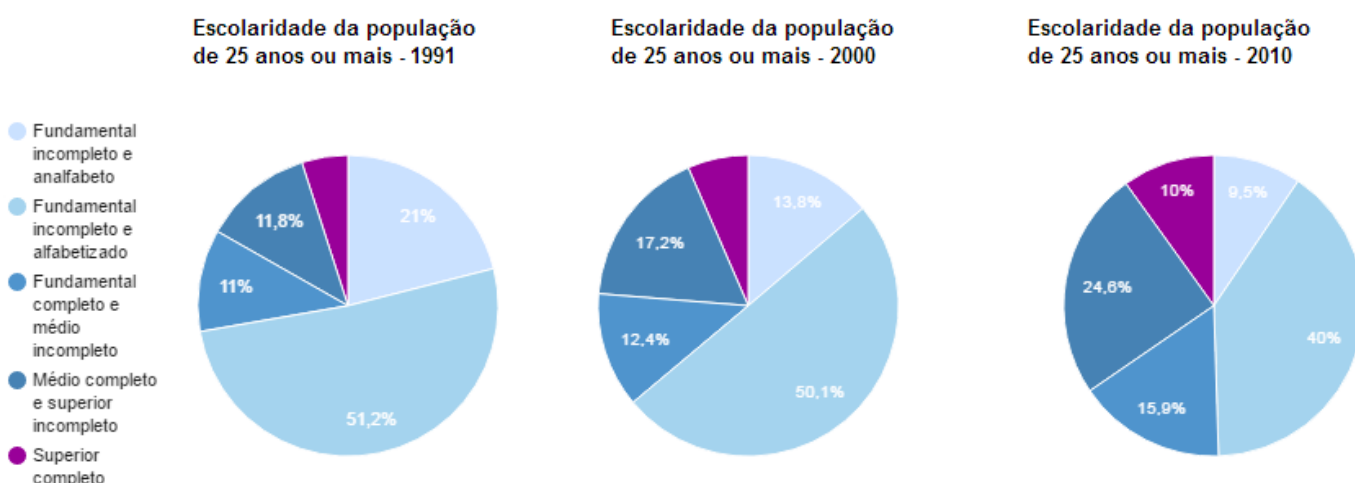
População	População (1991)	% do Total (1991)	População (2000)	% do Total (2000)	População (2010)	% do Total (2010)
<b>População total</b>	230.524	100,00	247.131	100,00	263.689	100,00
<b>Homens</b>	110.269	47,83	118.267	47,86	125.237	47,49
<b>Mulheres</b>	120.255	52,17	128.864	52,14	138.452	52,51
<b>Urbana</b>	215.098	93,31	236.098	95,54	253.300	96,06
<b>Rural</b>	15.426	6,69	11.033	4,46	10.389	3,94

Fonte: PNUD, Ipea e FJP

Em relação aos índices referentes à educação, no município, a proporção de crianças de 5 a 6 anos na escola é de 91,18%, em 2010. No

mesmo ano, a proporção de crianças de 11 a 13 anos frequentando os anos finais do ensino fundamental é de 87,09%; a proporção de jovens de 15 a 17 anos com ensino fundamental completo é de 59,46%; e a proporção de jovens de 18 a 20 anos com ensino médio completo é de 40,90%. Em 2010, 84,02% da população de 6 a 17 anos do município estavam cursando o ensino básico regular com até dois anos de defasagem idade-série. Em 2000 eram 81,98% e, em 1991, 70,54%. Dos jovens adultos de 18 a 24 anos, 12,52% estavam cursando o ensino superior em 2010. Em 2000 eram 7,78% e, em 1991, 4,68%.

No IDHM Educação, há um indicador de escolaridade da população adulta: o percentual da população de 18 anos ou mais com o ensino fundamental completo. Esse indicador carrega uma grande inércia, em função do peso das gerações mais antigas, de menor escolaridade. Entre 2000 e 2010, esse percentual passou de 41,46% para 54,91%, no município, e de 39,76% para 54,92%, em Minas Gerais. Em 2010, considerando-se a população municipal de 25 anos ou mais de idade, 9,48% eram analfabetos, 50,50% tinham o ensino fundamental completo, 34,56% possuíam o ensino médio completo e 9,96%, o superior completo. No Brasil, esses percentuais são, respectivamente, 11,82%, 50,75%, 35,83% e 11,27%. Abaixo, na Figura 13, observa-se um infográfico com as informações descritas anteriormente.



**Figura 13: Nível de escolaridade da população adulta do município**  
**Fonte: PNUD, Ipea e FJP**

Em relação à renda, nas últimas duas décadas a renda per capita média de Governador Valadares cresceu 61,45%, passando de R\$ 420,39, em 1991, para R\$ 618,21, em 2000, e para R\$ 678,74, em 2010, o que equivale a uma taxa média anual de crescimento nesse período de 2,55%. A proporção de

peças pobres, com renda domiciliar per capita inferior a R\$ 140,00 (a preços de agosto de 2010), passou de 33,31%, em 1991, para 22,08%, em 2000, e para 9,97%, em 2010. A evolução da desigualdade de renda nesses dois períodos pode ser descrita através do Índice de Gini, que passou de 0,59, em 1991, para 0,61, em 2000, e para 0,52, em 2010. O índice de Gini mede o grau de concentração de renda e varia de 0 a 1, sendo 1 uma situação de total desigualdade e 0 total igualdade na distribuição de renda. Segue abaixo uma tabela resumindo a situação da renda, pobreza e desigualdade no município.

**Tabela 7: Índices de renda, desigualda e pobreza de Governador Valadares**

	1991	2000	2010
Renda per capita (em R\$)	420,39	618,21	678,74
% de extremamente pobres	11,03	6,76	2,36
% de pobres	33,31	22,08	9,97
Índice de Gini	0,59	0,61	0,52

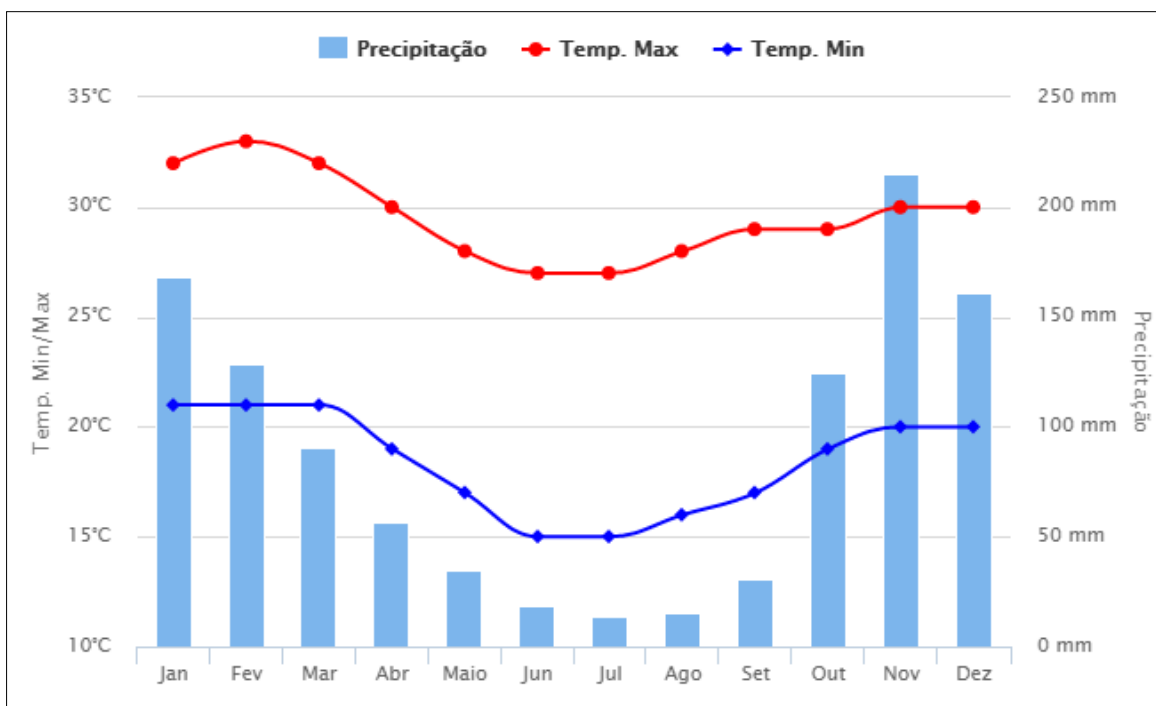
Fonte: PNUD, Ipea e FJP

#### **8.2.4. Aspectos Ambientais**

##### **8.2.4.1. Clima**

O clima em Governador Valadares é caracterizado, segundo o IBGE, como tropical subquente semiúmido (tipo Aw segundo a classificação de Köppen), tendo temperatura média anual de 23,9 °C, com invernos secos e amenos (raramente frios) e verões chuvosos com temperaturas elevadas (ver Figura 14). O mês mais quente, fevereiro, tem temperatura média de 26,4 °C (mínima média de 20,7 °C e máxima de 31,8 °C) e o mês mais frio, julho, de 20,7 °C (14,8 °C de mínima e 27,3 °C de máxima). A umidade relativa do ar média é de 75%, com ventos predominantes na direção nordeste e o tempo de insolação de aproximadamente 2 020 horas anuais.

A presença do Pico da Ibituruna influencia bastante o clima do município, impedindo parcialmente a circulação de ar na região e também aumentando a insolação de calor sobre Valadares. Ainda há influências do Rio Doce, que eleva a umidade local, e das serras do Espinhaço e da Mantiqueira, que criam as frentes frias e permitem que se forme, na região, uma espécie de “bolsão de calor”, fazendo com que o clima seja quente durante o ano todo.



**Figura 14: Médias mensais de temperatura e precipitação em Governador Valadares (últimos 30 anos)**  
**Fonte: Climatempo, 2016**

O índice pluviométrico é em média de 1.059 milímetros (mm) anuais, concentrados entre outubro e março, sendo julho o mês mais seco. Em novembro, o mês de maior precipitação, a média é de 215 mm. Durante a época das secas são comuns registros de queimadas em morros e matagais, principalmente na zona rural. Por outro lado, durante o período chuvoso, são comuns enchentes nas partes mais baixas da cidade, principalmente em locais próximos ao rio Doce.

Governador Valadares já registrou três grandes enchentes nas últimas quatro décadas. A mais intensa foi no ano de 1979, quando fortes chuvas atingiram os estados de Minas Gerais e Espírito Santo nos meses de janeiro e fevereiro, deixando 72 mortos. Nessa ocasião, o Rio Doce atingiu um nível de 5,18m, inundando várias casas e deixando muitos habitantes desabrigados. Em janeiro de 1997, novas enchentes de grandes proporções atingiram diversas cidades situadas entre Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro e o Rio Doce atingiu um nível de 4,77m. No dia 6 de Janeiro de 2012 ocorreu a terceira pior enchente na cidade, quando o nível do rio chegou a 4,13m.

Na Tabela 8 é possível ver um resumo das características metrológicas do município com bases em dados do INMET entre os anos 1961 e 2007.

**Tabela 8: Resumos dos dados meteorológicos do município de Governador Valadares**

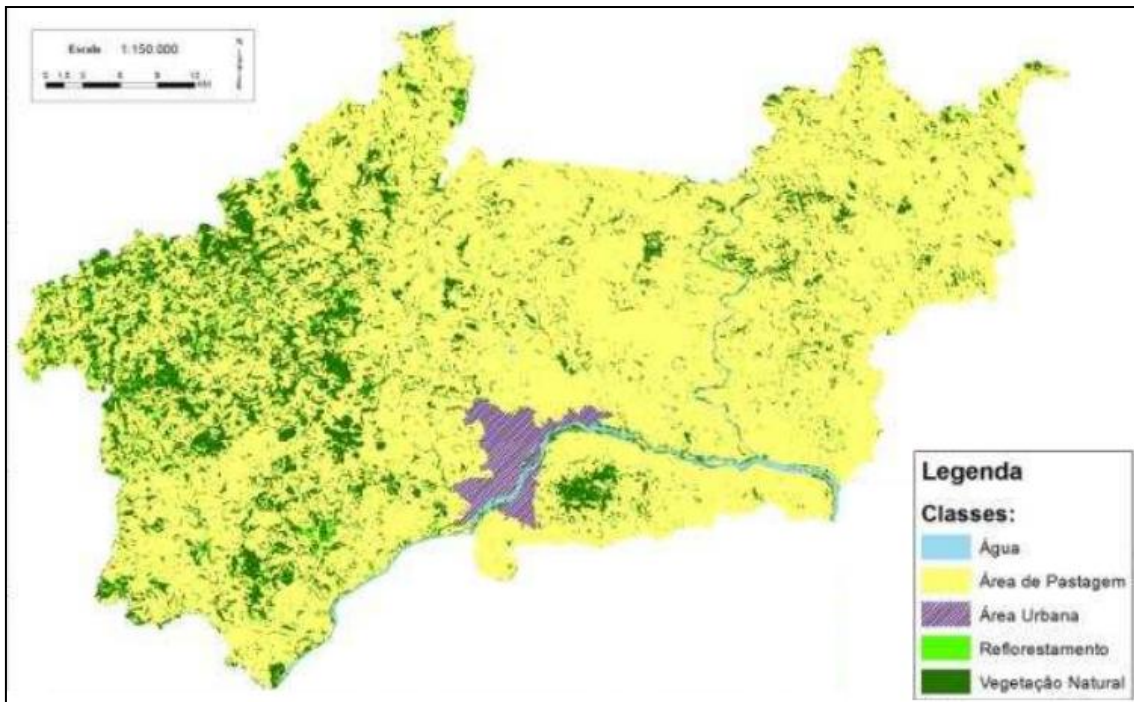
Dados climatológicos para Governador Valadares													
Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
Temperatura máxima absoluta (°C)	40,2	40,4	37,8	38,2	35,8	34,8	35,4	38	39,6	39,8	39,6	40,4	40,4
Temperatura máxima média (°C)	31,8	32,5	32,4	30,2	28,3	27,4	27,3	28,3	28,6	29,4	29,9	30,4	29,9
Temperatura média (°C)	26,1	26,4	26,3	24,4	22,3	21,1	20,7	22	23,2	24,3	24,9	25,4	23,9
Temperatura mínima média (°C)	20,7	20,6	20,5	19,1	16,7	15,1	14,8	15,9	17,3	19,2	19,8	20,4	18,3
Temperatura mínima absoluta (°C)	12,5	11,7	15	9,8	8,6	7	6,9	3,3	2,2	9,1	8,4	10,5	2,2
Precipitação (mm)	167,7	129,2	90,9	57,1	35	18,9	14,3	14,5	31,4	124,8	214,7	160,9	1 059,3
Dias com precipitação (≥ 1 mm)	10	7	6	5	3	3	3	2	3	9	12	11	74
Umidade relativa (%)	76,7	74,5	73,6	76,6	76	76,6	74,7	69,3	70,9	73,6	78,4	78,9	75
Horas de sol	191,8	189,9	204,4	182,1	182,3	168,7	172,4	188,1	135,3	118,7	129,9	159,1	2 022,7

Fonte: INMET, retirado de Wikipédia, 2016

#### 8.2.4.2. Vegetação e Uso do Solo

Originalmente o município de Governador Valadares era ocupado por florestas do bioma da Mata Atlântica, do tipo Ombrófila Densa nas partes mais elevadas e formação Estacional Semidecidual e Decidual, nas regiões mais baixas. A cobertura vegetal foi drasticamente reduzida entre os anos de 1940 a 1965, período em que a região experimentou o auge da atividade madeireira, responsável pela substituição de espécies nativas. As formações vegetais originais passaram a dar lugar a agropecuária, que engloba áreas com agricultura cíclica, permanente e pastagens e ainda a vegetação secundária ou capoeira, que inclui as espécies de plantas que surgem nas áreas modificadas pela intervenção antrópica.

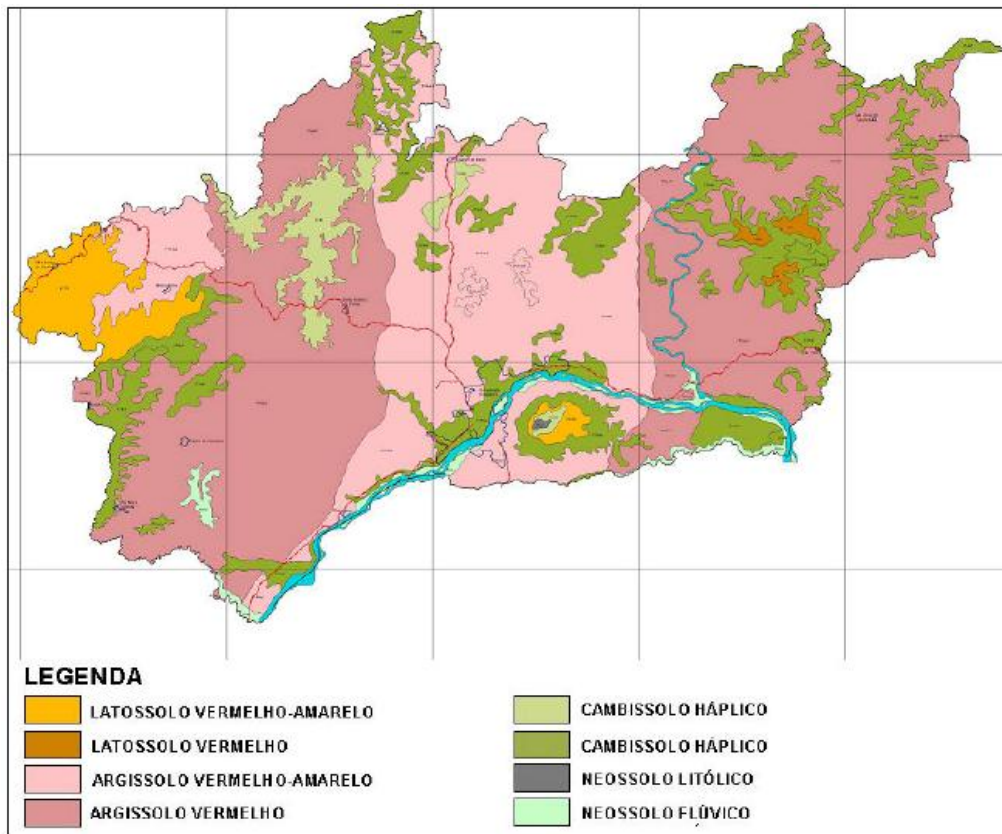
As áreas com maior índice de fragmentos florestais preservados estão localizadas a noroeste do município e na Área de Proteção Ambiental (APA) do Pico da Ibituruna. A vegetação natural ocorre em aproximadamente 16% da área total do município, o que corresponde a 374,27 km<sup>2</sup>. Pode-se notar pela Figura 15 que a maior parte da área do município é ocupada pela atividade agropecuária, destinada para a pastagem. A mancha urbana do município se concentra na região sul e em torno do Rio Doce, ocupando uma área de 47,25 km<sup>2</sup>.



**Figura 15: Uso e ocupação do solo no município de Governador Valadares**  
**Fonte: PMSB Governador Valadares, 2015 (modificado e retirado de Aquino, 2011)**

A única área de proteção ambiental do município, a APA Ibituruna, foi instituída pelo Decreto nº 22.662 de janeiro de 1983 e apresenta extensão de 6.243 hectares, ocupando 2,7% da área do município. Na área de proteção ambiental existente podem ser encontradas algumas das espécies nativas de considerável beleza e valor econômico, tais como Jacarandá, Jequitibá, Ipê Amarelo, Maria Rosa e Figueira do Rio Doce.

Quanto a composição do solo em Governador Valadares, observação a existência de formações Quaternárias recentes, com a ocorrência de Cambiossolos e solos glei, hidromórficos, ao longo das planícies e baixos terraços fluviais. Nas regiões de altitude um pouco mais elevadas, ocupadas por colinas suaves, predominam os Argissolos Vermelho-Amarelo e Argissolos Amarelos, normalmente associados a xistos, quartzo-xistos e hornblenda-gnaisses. Já nas regiões de escarpa e declives acentuados observa-se a dominância de solos litólicos, afloramentos de rocha ou Cambiossolos eutróficos, podendo apresentar rochas granitizadas ou rochas gnáissicas do embasamento. Na porção superior da paisagem dominam os Latossolos, sendo que o Vermelho-Amarelo e o Vermelho aparecem como mais significativos (ver Figura 16).



**Figura 16: Tipos de solos presentes no município de Governador Valadares**  
**Fonte: PMSB Governador Valadares, 2015**

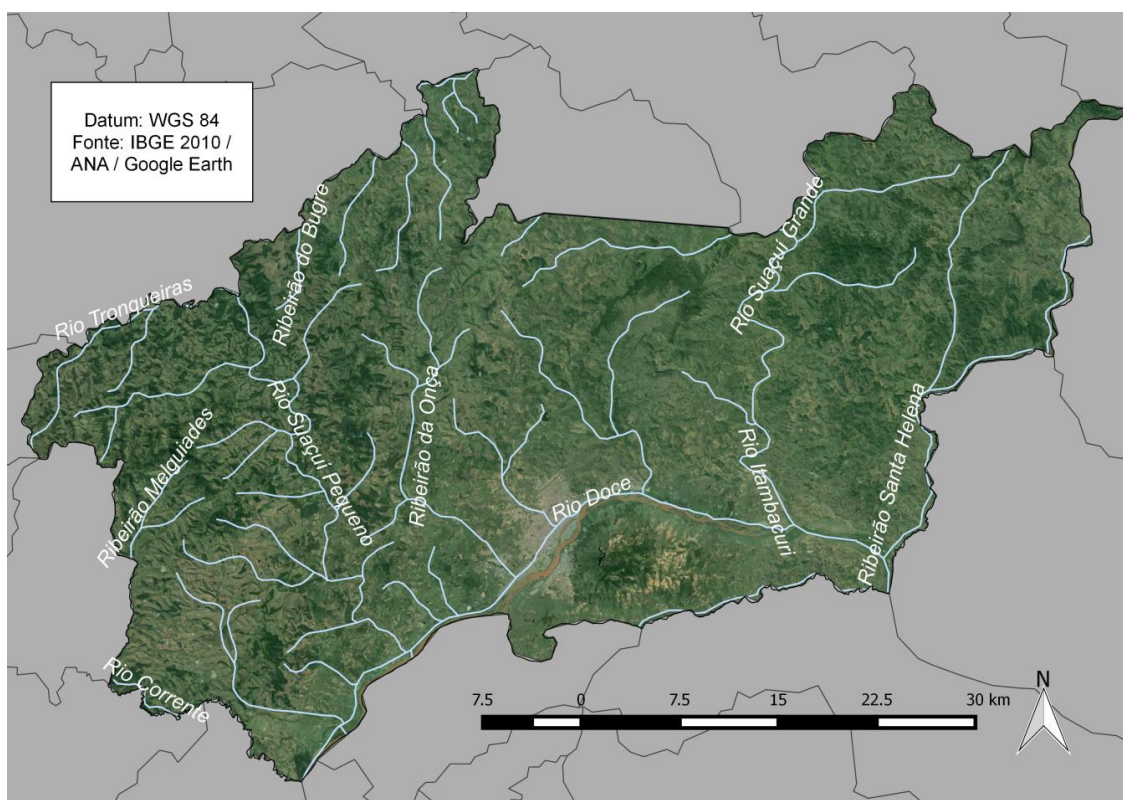
### 8.2.4.3. Relevo e Hidrografia

Governador Valadares tem uma altitude média de 455,85 metros, sendo o ponto culminante do município o Pico da Ibituruna, que tem 1.123 metros, um dos maiores de todo Vale do Rio Doce. Na área do município predomina o relevo de colinas do tipo suave ondulado, ocupando em torno de 60% do território, também são compreendidas as feições planas e montanhosas, que ocupam 15% e 25% respectivamente. As áreas de topografia aplainadas estão localizadas nas margens das calhas de drenagem, principalmente na do Rio Doce e do Rio Suaçuí. Já as áreas de relevo mais acidentado, compreendem as áreas do Pico do Ibituruna e a região nordeste do município.

O município de Governador Valadares situa-se na bacia do Rio Doce, que está sobre a área de atuação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (CBH-Doce). O mesmo está localizado na região do Médio Rio Doce. Nos dias atuais, as águas do Rio Doce encontram-se com elevada turbidez e altos

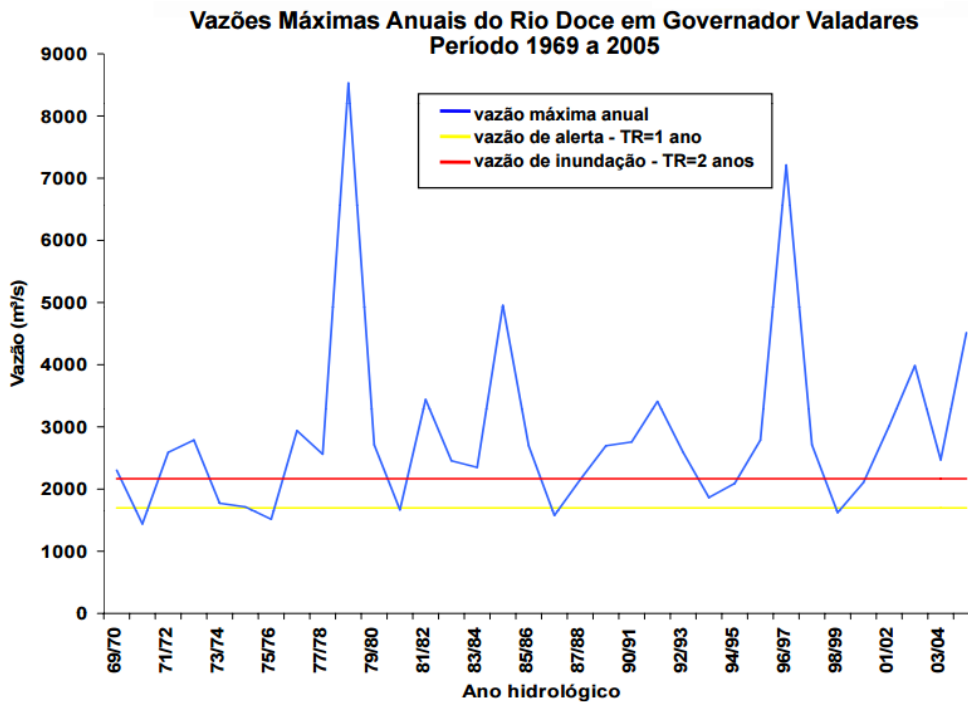
índices de poluição, além de apresentarem fraca presença de vegetação nas margens, ao longo do trecho urbano, e escassez de peixes.

Os principais cursos d'água que cortam o Município e fluem para a calha do Rio Doce são: Rio Suaçuí Grande, Rio Suaçuí Pequeno, Rio Corrente, Rio Tronqueiras, Córregos do Onça, Córrego do Bernardo, Córrego do Tapinoã, Córrego Santa Helena, Córrego Caramanho, Córrego Paca, Córrego Cassiano, Córrego Cedro, Córrego Figueirinha, Córrego Capim, Córrego Melguíades e outros menores. Destes cortam a área urbana os Córregos do Onça, Figueirinha e Capim, com altos índices de poluição. Os principais rios do município podem ser vistos na Figura 17.



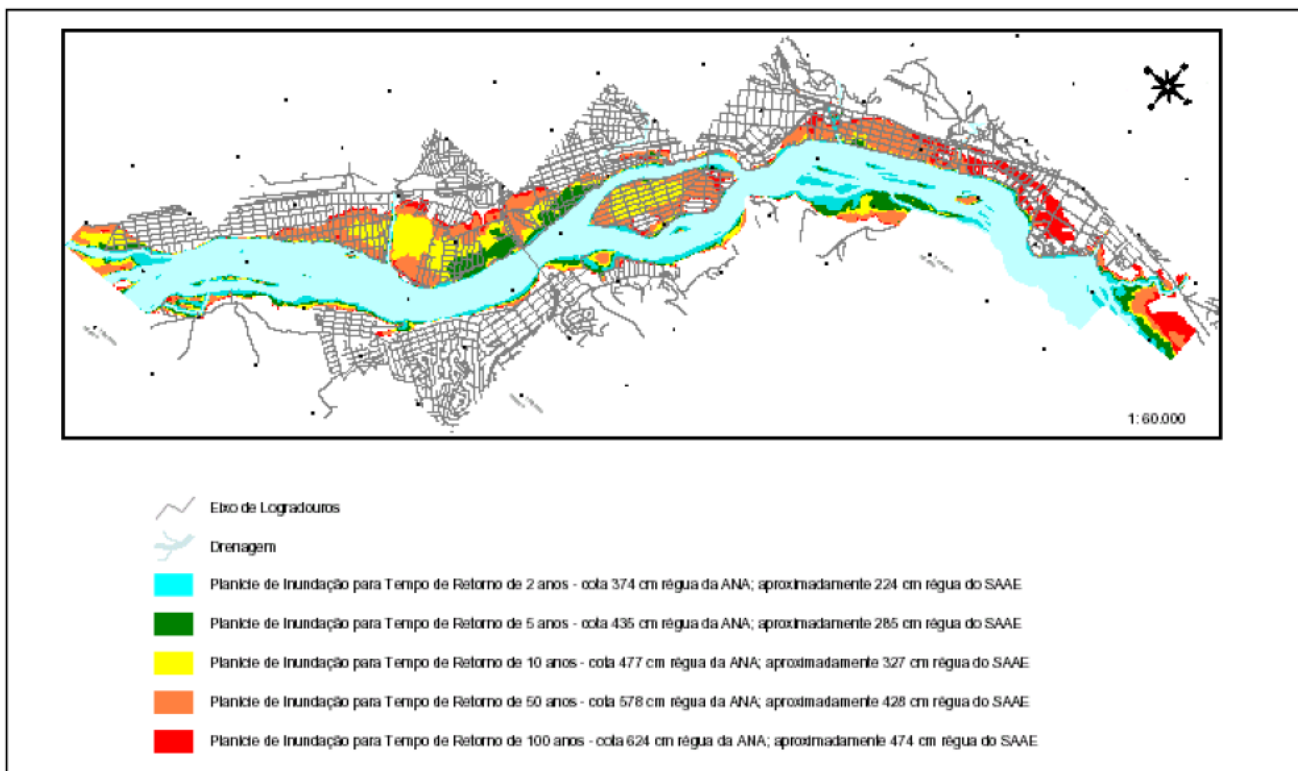
**Figura 17: Hidrografia do Município de Governador Valadares**  
**Fonte: composição própria, 2016**

O Rio Doce percorre em torno de 58 km dentro do município de Governador Valadares, fazendo uma grande curva e desviando seu curso para leste ao passar pela região urbana da cidade.



**Figura 18: Vazões máximas do Rio Doce entre 1969 e 2005**  
**Fonte: CPRM, ANA, ICAM, 2007**

Na Figura 18 é possível observar as vazões máximas do Rio Doce em Governador Valadares entre os anos 1968 e 2005. Em vários anos a vazão ultrapassa o valor de vazão de inundação (com tempo de recorrência TR=2 anos) e facilmente passa o valor de vazão de alerta (tempo de recorrência TR=1 ano). Os dois maiores picos do gráfico correspondem às enchentes que ocorreram em fevereiro de 1979 e janeiro de 1997, eventos citados anteriormente. A região urbana do município é sempre a mais afetada, pois se encontra as margens do Rio Doce, numa região de relevo plano. Na Figura 19 pode-se ver as áreas mais suscetíveis à inundação na área urbana de acordo com sua cota altimétrica e tempo de ocorrência de vazões de inundação.



**Figura 19: Mapa das áreas inundadas para diferentes períodos de retorno**  
**Fonte: CPRM, ANA, ICAM, 2007**

### 8.2.5. Sistema de Abastecimento de Água

O atual Sistema de Abastecimento de Água do município de Governador Valadares é gerido por um órgão autônomo, a Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), e é integrado por sistemas de produção e adução, interligados ao sistema de distribuição. Por estar inserido na Bacia do Rio Doce, os mananciais abastecedores do município (inclusive da sede) são o próprio Rio Doce e/ou seus afluentes. Entretanto, em algumas localidades rurais, o abastecimento é realizado unicamente por sistemas independentes através de poços profundos.

De acordo com SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento), o atual índice de atendimento pelo sistema de água de Governador Valadares é de 99% da população total do município, por meio de 89.324 ligações domiciliares totais e 718 km de rede de distribuição. A cobertura de atendimento por água é elevada, porém percebe-se a necessidade de melhorias nos sistemas a fim de assegurar a regularidade, quantidade e qualidade no fornecimento de água tratada à população (PMSB GV, 2015). Vale ressaltar também que apesar de a rede esgoto atender 98%

da população, Governador Valadares não trata seu esgoto, destinando-o in natura para os mananciais da região, principalmente o Rio Doce.

#### **8.2.5.1. Histórico do Abastecimento**

Em 1942 foi criado em Governador Valadares o Serviço de Saúde Pública – SESP, com o propósito de melhorar a qualidade de água distribuída à população. Os técnicos projetaram um sistema de captação por meio de uma galeria de infiltração a qual obteria a água percolada do Rio Doce. Antes disso, a água consumida pelos moradores era retirada diretamente do Rio Doce ou comprada de carroceiros que se abasteciam nele. Com a obra, foram construídos cerca de 250 metros de galeria com coletores de 50 em 50 metros, interligados e levados a um poço final.

A água captada apresentava alto teor de ferro e por isso foi necessária a construção de um aerador e de um filtro. Em 29 de março de 1947, a primeira Estação de Tratamento da cidade iniciou seu funcionamento produzindo 1.000.000 litros durante 08 horas. Em maio do mesmo ano iniciou-se a cloração das águas do sistema e passou-se a distribuir água durante todo o dia. Em janeiro de 1948, tendo em vista o baixo rendimento da galeria de infiltração, iniciou-se a construção de uma Estação de Tratamento completa, que passou a operar em julho de 1949, distribuindo água 24h por dia. Após a inauguração da hidrelétrica de Tronqueiras, foi iniciada a eletrificação do sistema.



**Figura 20: Primeira ETA de Valadares em 1949**

**Fonte: SAAE**

No final de 1956, o sistema contava com 3.855 ligações domiciliares, abastecendo uma população da ordem de 20.000 habitantes. Em 1960, houve uma ampliação da Estação: os decantadores foram elevados em cerca de 10 metros e foi construída mais uma unidade filtrante. O sistema passou atender a uma população de 50.000 habitantes sendo que o número de ligações era de 5.780. Em 1964, foi feita nova ampliação no sistema de tratamento, elevando a sua capacidade para 145 l/s.

Em março de 1966, foi assinado contrato de financiamento entre a Prefeitura Municipal de Governador Valadares, o SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto e o GEP – Grupo Executivo do Fundo Nacional de Financiamento. Este financiamento, complementando recurso doado pelo SESP e saldos do SAAE, possibilitou a construção de nova Estação de Tratamento, constituída de flocculadores mecanizados, decantadores e filtros rápidos com capacidade nominal de 500 l/s. Em setembro de 1977 a quantidade de água captada por mês era de cerca de 890.000 m<sup>3</sup>/mês. O comprimento da rede de distribuição de água atinge aproximadamente 230 km e sistema de esgoto a extensão de cerca de 130km, conectado a mais de 10.000 ligações.

Com a ampliação dos sistemas de água e esgoto e com o aumento da arrecadação financeiro do SAAE foi possível aplicar parte dos saldos financeiros na construção de pequenos sistemas de abastecimento de água, em muitos distritos de Governador Valadares. Em 1980, Valadares transformou-se em uma grande cidade e o SAAE acompanhou tal crescimento levando água tratada a 32 mil casas, número que passou para 45 mil cinco anos depois. Em 1982 foram iniciadas novas obras para nova ampliação da Estação de Tratamento, com a introdução de uma nova calha Parshall, ampliação das unidades de floculação, aumento da capacidade de tanque de contacto, construção de canaletas de água floculada e decantada, o que elevou a capacidade nominal da estação para para 750l/s.

Entre 2005 e 2013, o número de ligações ativas passou de 64.449 para 82.330 e a extensão da rede foi ampliada de 598 km para 718 km. Este crescimento pode ser atribuído pelo aumento do índice de hidrômetros instalados na rede, que passou de 91,9% para 98,6% no período de 2005 a

2010. Nota-se grande discrepância entre os volumes medidos e consumidos pela população, o que reflete diretamente no elevado índice de perdas do sistema, superior a 50% no período de 2005 a 2013. Nesse mesmo período, o consumo médio per capita de água, variou de 137 a 164 l/hab.dia. A partir de 2008, período que registrou o menor consumo, houve uma tendência de aumento deste indicador que atualmente é da ordem de 158 l/hab.dia.

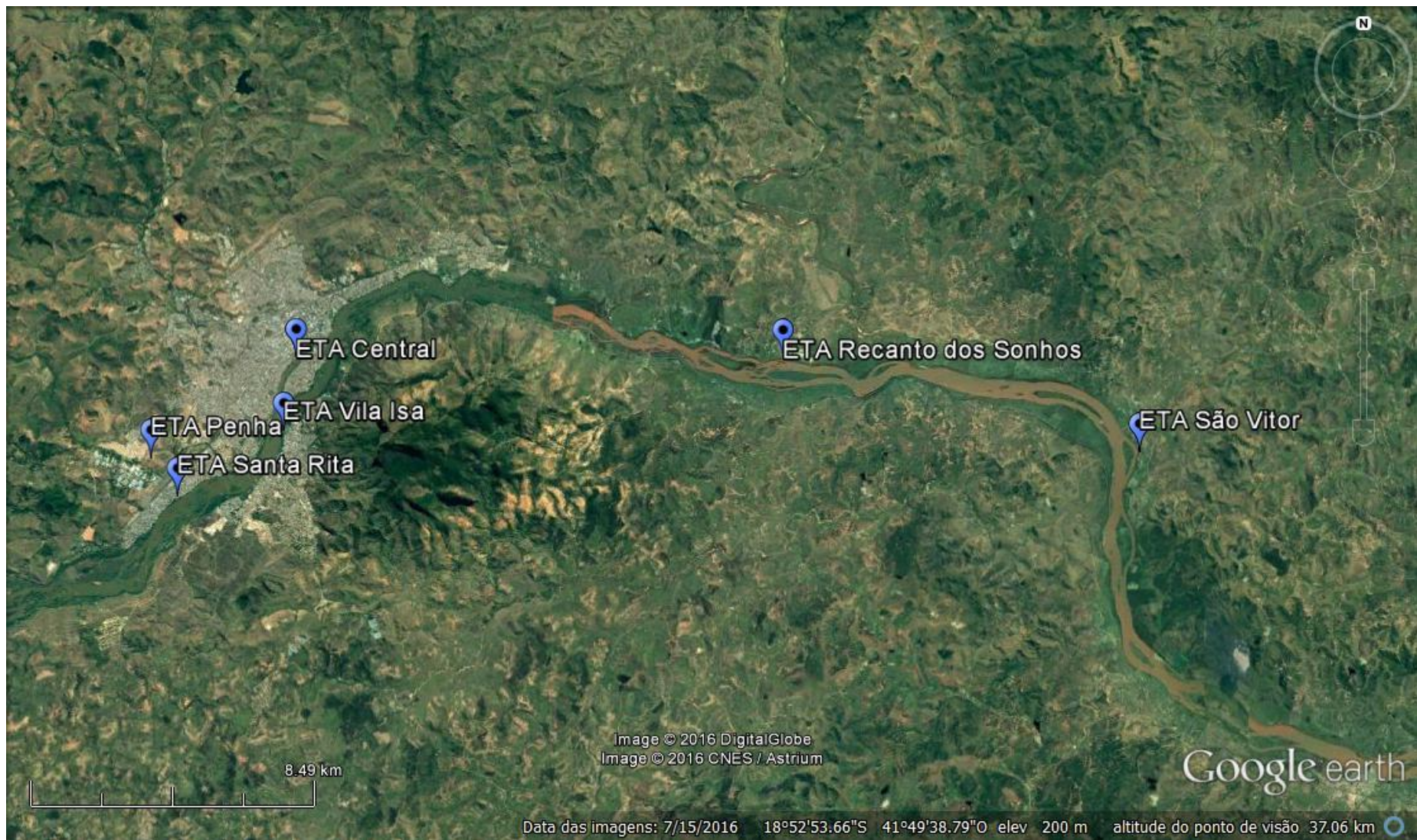
## **8.2.5.2. Sistema de abastecimento**

### **8.2.5.2.1. Distrito Sede**

O Sistema de Abastecimento de Água do Distrito Sede (área urbana) de Governador Valadares é integrado por sistemas de produção e adução, interligados ao sistema de distribuição, que é segmentado em diversas regiões. O principal manancial abastecedor da sede é o Rio Doce, porém o Rio Onça - que é afluente daquele – também é manancial de abastecimento de um dos sistemas de produção da cidade, o Sistema Produtor Penha. A seguir, estão relacionados os principais sistemas produtores existentes no distrito sede, bem como a capacidade individual de cada um deles.

- Sistema Produtor ETA Central - 900,0 L/s
- Sistema Produtor Vila Isa 216,0 L/s
- Sistema Produtor Penha - 55,0 L/s
- Sistema Produtor Santa Rita - 36,0 L/s
- Sistema Produtor Recanto dos Sonhos – 24,0 L/s

Observa-se que o Sistema Produtor ETA Central é responsável pelo abastecimento da maior parte central da cidade, ou seja, atende mais de 70% da população urbana da cidade. Os demais sistemas (Penha, Santa Rita, Vila Isa e Recanto dos Sonhos) atendem aquelas localidades situadas nos extremos da malha urbana. A Figura 22 mostra a localização e a distribuição das 5 ETAs no território do município (mais a ETA São Vitor, que também capta no Rio Doce e será apresentada posteriormente).



**Figura 21: Localização das principais estações do distrito sede e a ETA São Vitor**  
**Fonte: Google Earth, 2016**

### 8.2.5.2.1.1. ETA Central

O Sistema Produtor ETA Central (Figura 22) se localiza na margem esquerda do Rio Doce, no centro da Cidade, após o Córrego Figueira desaguar no Doce (Figura 23). A ETA foi inaugurada em meados da década de 60 para a capacidade nominal de 800 L/s. Atualmente, o sistema opera com capacidade de 900 L/s, podendo chegar a 1.150 L/s no período de seca. A ETA Central abastece cerca de 70% do município, atendendo 58 bairros.



**Figura 22: Visão geral da ETA Central**  
**Fonte: ANA, 2016**



**Figura 23: Localização da ETA Central**  
**Fonte: Google Earth, 2016**

As unidades de captação de água bruta são constituídas por um canal de tomada, caixa de areia e casa de bombas. A ETA Central possui duas captações: a Principal e a Auxiliar.

A captação Principal é constituída por um gradeamento logo no início do canal de tomada, seguido por um desarenador e poço de sucção para tomada das bombas da elevatória de água bruta (EAB Principal). A EAB recalca até o canal parshall, sendo constituída por duas bombas de eixo vertical com vazão de 350 L/s cada. No período seco, para complementar a captação é acionada um bomba auxiliar que tem capacidade de vazão de 250 L/s.



**Figura 24: Captação Principal da ETA Central**  
**Fonte: SAAE/GV, 2013**

Na captação Auxiliar (Figura 25), a tomada de água ocorre diretamente no rio por meio da tubulação de sucção da elevatória. A EAB é constituída por duas bombas centrífugas horizontais que recalcam até a calha parshall e operam com vazão de 80 L/s.



**Figura 25: Captação Auxiliar da ETA Central**  
**Fonte: SAAE/GV, 2013**

O tratamento da água é um processo de tipo convencional. Inicia-se na calha Parshall, onde ocorre a medição de vazão e dosagem do sulfato de alumínio para coagulação da água. Em seguida, a água segue para a etapa de floculação, no qual é distribuída em 2 módulos de floculação mecânica, cada um composto por 3 tanques em série. A água floculada é direcionada para 3 módulos de decantação, cada um com 2 câmaras em série. A primeira câmara é do tipo convencional e possui fundo rebaixado. Já a segunda câmara dos decantadores é de alta taxa (possuem vertedores triangulares), com exceção do 3º módulo de decantação.

Posteriormente, a água decantada segue para o processo de filtração, formado por 6 filtros e em seguida é encaminhada ao tanque de contato, onde ocorre a fluoretação e cloração para desinfecção. A partir dessa etapa ocorre a tomada de água, que alimenta um reservatório enterrado e a distribuição de água para boa parte da região central de Valadares, através da Elevatória de Água Tratada (EAT) Central. A água tratada também é recalçada para Centros de Redistribuição através de 6 EATs.

**Tabela 9: Características das EATs do Sistema Central**

Nome da EAT	CR	Modelo da Bomba	Bombas Principais	Bombas Reservas	Vazão de cada bomba (L/s)
Central	Diretamente da rede	Imbil Itap 125-400	2	2	90
Vila Rica	Vila Rica	Imbil Itap Ita 150/500	3	-	138
Ilha dos Araújos	Diretamente da rede	Imbil INIBLOC 80/400	1	-	38
		Haupt C125E	1	-	31
Conjunto Sir	Diretamente da rede	Thebe TH 150/400	1	-	150
		KSB Meganorm 125/400	2	-	110
Vila Mariana	Mariana	Albrizzi Alfa 281/8	2	-	130
		Imbil INI 125/400	1	-	110
Central Altinópolis	Altinópolis	ESCO 14DBE/7	1	-	110
		KSB WKL 150/3	1	-	130

**Fonte: PMSB GV, 2016**

Um dos principais problemas operacionais do sistema ETA Central é a formação de bancos de areia na seção do Rio Doce onde ocorre a captação de água bruta (Figura 26). Para contornar esse problema o SAAE executa anualmente dragagem nas seções próximas onde ocorre a tomada de água, que é feita geralmente antes e depois das chuvas.

Como a ETA opera eventualmente acima de sua capacidade, os decantadores não conseguem ter a eficiência necessária, havendo a passagem de flocos para os filtros. Isso ocasiona a sobrecarga dos filtros, sendo necessário lavá-los diariamente. As comportas dos decantadores e filtros também estão em condições bastante precárias e não possuem a vedação adequada. Mesmo quando as comportas são fechadas para a limpeza destas unidades não impedem as perdas de água durante as atividades operacionais.



**Figura 26: Problemas identificados na ETA Central (formação de banco de areia e disposição do lodo)**

**Fonte: PMSB GV, 2015**

Outro problema é a inexistência de um sistema de tratamento do lodo gerado nas unidades do processo de tratamento, que é descartado no Córrego

Figueirinha, que é canalizado e passa dentro da área da ETA (Figura 26). Com relação às condições estruturais da ETA Central, observa-se que boa parte da estrutura de concreto apresenta sinais de corrosão das armaduras.

Alguns dos elementos estruturais como lajes, pilares e vigas não possuem o recobrimento superficial adequado, sendo expostas e sujeitas a corrosão. Alguns locais apresentam muita umidade, o que acaba acelerando este processo. As tubulações de ferro fundido, como a que liga os filtros ao tanque de contato também ficam deterioradas pelo processo de corrosão.

Outro problema mais pontual que merece destaque está relacionado a ocorrência de cianobactérias na água bruta do Rio Doce. Especificamente no período de 2011 e 2012, foi observada a presença desses organismos, o alterou o gosto e odor da água tratada e trouxe transtornos a população abastecida. Esse problema nunca havido ocorrido anteriormente e o SAAE interviu inicialmente com um sistema de aplicação de carvão ativado em pó diretamente no poço de sucção da EAB. Nos sistemas de menor porte, como as ETAs Santa Rita e Vila Isa esta solução foi efetiva, porém na ETA Central, o consumo de matéria prima necessário era bastante elevado e isso impactou diretamente nas despesas do SAAE. Como alternativa ao combate às cianobactérias, foi testado em 2013 a adição de dióxido de cloro no processo, que é dosado geralmente na calha parshall ou no canal de água floculada, mas que não teve sua eficiência comprovada, já que no ano referente não houve ocorrências significativas de cianobactérias na água.

A água tratada pela ETA é analisada duas vezes por semana segundo parâmetros como pH, cor, turbidez, cloro livre, fluoretos, coliformes totais e coliformes termotolerantes e mensalmente para o parâmetro microcistina. Entretanto, a Portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde exige a frequência de uma análise a cada duas horas para os parâmetros de cor, turbidez, cloro residual livre, pH e fluoretos. Entre 2010 e 2013, foram realizadas cerca de 344 análises dos parâmetros mencionados (com exceção da microcistina). Os resultados das análises da água tratada na ETA Central são apresentados e comparados com parâmetros do SAAE e da Portaria do MS na Tabela 10.

**Tabela 10: Resultado das análises da água tratada da ETA Central**

Parâmetro	pH	Cor	Turbidez	Cloro Livre	Fluoretos	C.Total	C.Ter. E.Coli	Microcistina
Unidade	-	mg/L	NTU	mg/L	mg/L	/100mL	/100mL	PPB
Média	6,51	3,40	1,81	1,25	0,77	0,00	0,00	<0,5
Mínimo	2,00	0,00	0,35	0,50	0,00	0,00	0,00	<0,5
Máximo	7,80	24,00	7,74	2,00	1,00	0,00	0,00	<0,5
Valores mín./máx. permitidos – SAAE	6,00/9,50	15,00	5,00	0,5/2,0	0,70/1,00 (até ago./12) 0,60/0,80 (a partir set./12)	<2,2	<2,2	<0,5
Valores mín./máx permitidos – Portaria 2.914/11	6,00/9,50	15,00	0,50	0,2/2,0	0,6/1,5	AUSENTE	AUSENTE	0,1
Nº análises realizadas	344	344	344	344	344	344	344	49
Nº resultados fora da faixa	1	2	3	0	5	0	0	0

Fonte: SAAE, 2013

#### 8.2.5.2.1.2. Sistema Produtor Vila Isa

A ETA Vila Isa está localizada na margem direita do Rio Doce, no Bairro Vila Isa, a jusante da ponte da BR 116 que corta o rio (Figura 27). Foi inaugurada em 1992 para tratar vazão de 150 L/s, porém atualmente o sistema opera com a capacidade de 210 L/s, bem além da sua capacidade nominal. Atende aproximadamente 15 bairros.

A água bruta é captada diretamente no Rio Doce por meio de uma tubulação de tomada que direciona a água para um canal (Figura 28). A entrada de água é controlada através de uma comporta de isolamento com acionamento manual. Depois de passar pelo canal a água bruta é direcionada para o poço de sucção, que serve de tomada para as bombas da EAB. São duas bombas em operação, cada uma com capacidade de vazão de 110 L/s.



**Figura 27: Localização da ETA Vila Isa**  
**Fonte: Google Earth, 2016**



**Figura 28: Sistema de captação da água na estação Vila Isa**  
**Fonte: PMSB GV, 2015**

A ETA Vila Isa é pré-fabricada em fibra de vidro e o tratamento é do tipo convencional. O tratamento se inicia na calha parshall, onde ocorre a medição de vazão e a aplicação do sulfato de alumínio e da soda cáustica. Em seguida a água passa pelos tanques de floculação, câmaras de decantação e tanques de filtração. Por último, a água é direcionada para o tanque de contato, onde ocorre a aplicação de ácido fluossilícico e do hipoclorito de sódio para a fluoretação e cloração. A partir do tanque de contato, ocorre a tomada de água por duas EATs – Milton Queiroz e Vera Cruz, que recalcam a água aos seus respectivos CRs.

### 8.2.5.2.1.3. Sistema Produtor Penha

A ETA Penha capta água bruta do Rio Onça (Figura 29), que é afluente do Rio Doce, de forma direta por meio de uma tubulação de tomada, que direciona a água para o poço de sucção que recalca a água até a ETA por meio de duas bombas verticais tipo turbina, que operam com uma capacidade de vazão de 50 L/s.



**Figura 29: Sistema de captação de água bruta da ETA Penha.**  
**Fonte: PMSB GV, 2015**

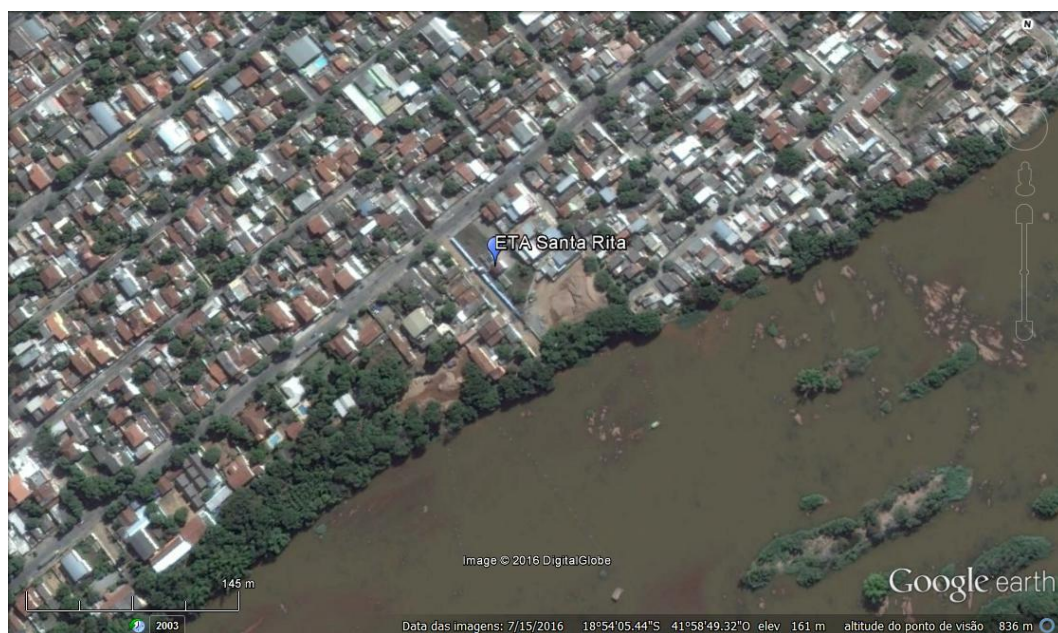
A ETA Penha está localizada na porção mais alta do Bairro Penha (por volta da cota altimétrica de 240 m) e foi inaugurado em 2010 com a finalidade de atender aos loteamentos Penha, Vila União e Tiradentes, que surgiram nos arredores da BR-381 e do Distrito Industrial. Foi projetado para capacidade de 55 L/s e atualmente o sistema opera com capacidade de 16 L/s, com período de funcionamento de 21 horas.

A estação é pré-fabricada em fibra de vidro e o processo de tratamento é do tipo convencional, muito semelhante à ETA Vila Isa. As unidades de tratamento são calha parshall, onde ocorre a medição de vazão e a aplicação do sulfato de alumínio, seguida pelos tanques de floculação, câmara de decantação e tanques de filtração. Na sequência, a água é direcionada para o tanque de contato, onde ocorre a fluoretação e cloração, por meio da aplicação do ácido fluossilícico e do hipoclorito de sódio. A partir do tanque de contato, a

água tratada é levada por gravidade até o reservatório de distribuição (CR Penha).

#### 8.2.5.2.1.4. Sistema Produtor Santa Rita

O Sistema Produtor Santa Rita capta água bruta na margem esquerda do Rio Doce (Figura 30) por meio de uma captação flutuante, do tipo balsa (Figura 31), onde abriga o conjunto elevatório, que recalca para a ETA situada numa área ligeiramente acima da captação. A EAB é composta por uma bomba com capacidade de vazão de 35 L/s.



**Figura 30: Localização da ETA Santa Rita.**  
Fonte: Google Earth, 2016



**Figura 31: Sistema de captação da ETA Santa Rita**  
Fonte: PMSB GV, 2013

A ETA está localizado na margem esquerda do Rio Doce, no Bairro Santa Rita, e foi inaugurada em 1992 para a capacidade de 36 L/s. É pré-fabricada em fibra de vidro e o tratamento é do tipo convencional. Assim como a ETA Vila Isa e a ETA Penha, as unidades do processo são a calha parshall, câmaras de decantação, tanques de filtração e tanque de contato. No tanque de contato, que funciona também como reservatório de distribuição, ocorre a tomada de água tratada da EAT Santa Rita que recalca a água diretamente na rede de distribuição dos Bairros Santa Rita, São Cristóvão, Vila Império, Betel e JK. Os bairros Penha e Vila União também recebem contribuições do Sistema Produtor Santa Rita através de interligações na rede de distribuição.

#### 8.2.5.2.1.5. Sistema Produtor Recanto dos Sonhos

O Sistema Produtor Recanto dos Sonhos capta a água bruta na margem esquerda do Rio Doce por meio de captação flutuante do tipo balsa (Figura 33 e Figura 32). Foi inaugurado em 2014, é constituído por uma ETA pré-moldada em fibra de vidro, com capacidade de 24 L/s para abastecer o bairro Recanto dos Sonhos e a indústria do Laticínio Piracanjuba.



**Figura 32: Localização da ETA Recanto dos Sonhos**

**Fonte: PMSB GV, 2015**



**Figura 33: Sistema de Captação da ETA Recanto dos Sonhos**  
**Fonte: PMSB GV, 2015**

O tratamento é do tipo convencional e as unidades do processo são a calha parshall, os de floculação, câmaras de decantação, tanques de filtração e tanque de contato. A partir do tanque de contato, que funciona também como reservatório de distribuição, ocorre a tomada de água tratada da EAT Recanto dos Sonhos, que recalca a água diretamente na rede de distribuição do Bairro Recanto dos Sonhos. Já o Laticínio Piracanjuba recebe água diretamente do Sistema Produtor Recanto dos Sonhos através de uma adutora.

#### **8.2.5.2.2. Outros Componentes do Sistema**

Além dessas 5 ETAs principais mencionadas, existem várias outras ETAs menores distribuídas pelo território do Município e que abastecem outros distritos menos centrais e áreas rurais. Dentre elas vale destacar a ETA São Vitor (Figura 34 e Figura 35), uma estação compacta feita de fibra de vidro que realiza a captação da água bruta no Rio Doce e tem capacidade de 6,0 L/s.



**Figura 34: Localização da ETA São Vitor**  
**Fonte: Google Earth, 2016**



**Figura 35: Visão Geral da ETA São Vitor**  
**Fonte: PMSB GV, 2015**

## 9. DESCRIÇÃO DO IMPACTO INICIAL

### 9.1. Descrição do Evento

A Barragem de Fundão estocava rejeitos de minério da unidade operacional de Germano, onde ocorre a extração e beneficiamento de minério de Ferro. Além do reservatório da Barragem de Fundão, os rejeitos são estocados em outros dois reservatórios na mina em Mariana: Santarém e Germano (Figura 36). Da unidade de Germano partem três minerodutos que levam a produção até o porto de Ponta do Ubu no Espírito Santo.

Germano faz parte do complexo das minas da Alegria, situadas nas cabeceiras do rio do Carmo, em território dos municípios mineiros de Ouro Preto e Mariana. Estima-se que as reservas de minério de ferro totalizem 4 bilhões de toneladas. Em 2014, foram produzidas 25 milhões de toneladas de minério. A unidade de Germano é propriedade da Samarco Mineração S/A, empresa de grande porte, com participação da Vale S/A (50%) e BHP Billiton Brasil Ltda (50%), faturamento anual de R\$ 7,6 bilhões, escritórios na Holanda e na China e relacionamento comercial com 19 países. Trata-se da 10ª maior exportadora do país em 2014.



**Figura 36: Localização das três barragens da unidade de Germano**  
Fonte: Google Earth, IBAMA, 2016

A Barragem de Fundão já chegava a seu ponto limite, não suportando mais o despejo dos dejetos da mineração e por isso passava por um processo

de alteamento, quando ocorre a elevação do aterro de contenção. No dia 5 de Novembro de 2015 a contenção apresentou um vazamento e uma equipe foi enviada ao local para tentar contê-lo esvaziando parte do reservatório. Logo depois, ocorreu o rompimento da barragem e a liberação dos rejeitos contidos, que inicialmente atingiram a Barragem de Santarém, que acumulava cerca de 7 milhões de m<sup>3</sup> água, logo a jusante, causando seu galgamento e forçando a passagem da lama. Segundo o IBAMA e a ANA, o volume de rejeitos liberados foi de 34 milhões de m<sup>3</sup>. Mas há divergências sobre esse volume, sendo que logo após o desastre foi veiculado em vários meios de comunicação que haviam sido extravasados 62 milhões de m<sup>3</sup>. Esse volume pode ser ainda maior. Conforme dados do Cadastro Nacional de Barragens de Mineração, do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), a barragem de Fundão possuía 130 m de altura e volume total de reservatório absoluto de 92 milhões de m<sup>3</sup>.

Os rejeitos percorreram 55 km no rio Gualaxo do Norte até desaguar no rio do Carmo. Neste, os rejeitos percorreram outros 22 km até seu encontro com o rio Doce (Figura 37, o Gualaxo do Norte aparece em roxo). Através do curso deste, foram carregados até a foz no Oceano Atlântico, chegando no município de Linhares, no Espírito Santo, em 21 de Novembro, totalizando 663,2 km de corpos hídricos diretamente impactados.

Bento Rodrigues, subdistrito do distrito de Santa Rita Durão, município de Mariana, situado a pouco mais de 5 km das barragens e 35 km da sede de Mariana, foi praticamente todo soterrado pela avalanche de rejeitos. Foram encontradas 18 vítimas fatais do acidente e um corpo permanece desaparecido. No subdistrito viviam cerca de 600 habitantes e segundo o IBAMA, estima que 207 dos 251 imóveis tenham sido destruídos naquela localidade.



**Figura 37: Caminho percorrido pela lama**  
**Fonte: IBGE, ANA, 2016**

Dentre os impactos imediatos causados pelo rompimento da barragem, o IBAMA elencou os seguintes:

- mortes de trabalhadores da empresa e moradores das comunidades afetadas;
- desalojamento de populações;
- devastação de localidades e a consequente desagregação dos vínculos sociais das comunidades;
- destruição de estruturas públicas e privadas (edificações, pontes, ruas etc.);
- destruição de áreas agrícolas e pastos, com perdas de receitas econômicas;
- interrupção da geração de energia elétrica pelas hidrelétricas atingidas (Candongia, Aimorés e Mascarenhas);
- destruição de áreas de preservação permanente e vegetação nativa de Mata Atlântica;
- mortandade de biodiversidade aquática e fauna terrestre;
- assoreamento de cursos d'água;
- interrupção do abastecimento de água;
- interrupção da pesca por tempo indeterminado;

- interrupção do turismo;
- perda e fragmentação de habitats;
- restrição ou enfraquecimento dos serviços ambientais dos ecossistemas;
- alteração dos padrões de qualidade da água doce, salobra e salgada;
- sensação de perigo e desamparo na população.

## **9.2. Impactos sobre o manancial e abastecimento de água**

Os rejeitos armazenados na barragem de Fundão são classificados como resíduo não perigoso e não inerte para ferro e manganês (IBAMA, 2015). De acordo com análises realizadas em 2014, os rejeitos eram compostos basicamente por óxido de ferro e sílica. Entretanto, os depósitos de minério são ricos em metais traço que apresentam potencial tóxico tais como Cádmio (Cd), Níquel (Ni), Cromo (Cr), Cobalto (Co), Mercúrio (Hg), Vanádio (V), Zinco (Zn), Arsênio (As), Chumbo (Pb), Cobre (Cu), Lítio (Li), que podem estar presentes em pequenas quantidades na lama de rejeitos (COSTA, 2001 apud IBAMA, 2015). Além disso, vale ressaltar que a região de extração de minério de ferro foi uma região bastante explorada anteriormente para o garimpo de ouro (atividade que ainda acontece ao longo do Rio do Carmo), de forma que tal atividade também pode contribuir para a presença de metais traço nos corpos hídricos da região.

Os elementos ferro e manganês e os metais pesados que possam ser provenientes de atividades de extração, quando entram na dinâmica do corpo hídrico, apresentam riscos consideráveis de contaminação porque não se degradam e permanecem solubilizados nas águas ou precipitados aos sedimentos de fundo. É possível que a presença dos metais não esteja diretamente vinculada à lama, mas a passagem da pluma de rejeitos revolveu e colocou em suspensão os sedimentos de fundo dos cursos d'água afetados, que pelo histórico de uso e estudos já realizados anteriormente continham metais pesados, tornando assim essas substâncias biodisponíveis.

Em análises preliminares realizadas por laboratórios contratados pela Samarco e acompanhadas pelo IBAMA, nas quais foram coletadas amostras de água, sedimentos e biota do fundo no município de Barra Longa foram constatadas alterações nos parâmetros de metais totais para os seguintes

elementos: Alumínio (Al), Bário (Ba), Cálcio (Ca), Chumbo (Pb), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Estanho (Sn), Ferro (Fe), Magnésio (Mg), Manganês (Mn), Níquel (Ni), Potássio (K), Sódio (Na); para metais dissolvidos foram alterados os níveis de Alumínio (Al), Ferro (Fe) e Manganês (Mn); além desses metais, foram alterados os valores de condutividade, fluoreto, fósforo total, sólidos totais dissolvidos, sólidos suspensos totais, sólidos totais, turbidez e cloro residual total.

Considerando a natureza dos rejeitos, já se era esperado que houvessem alterações na turbidez, nas concentrações de ferro dissolvido, manganês total e dos sólidos na água dos corpos hídricos diretamente afetados. Águas turvas e com alta concentração de sólidos tornam o tratamento para o abastecimento público mais complexo. Em casos extremos, o tratamento torna-se inviável e o fornecimento de água precisa ser interrompido. A elevação dessas variáveis também provoca danos aos ecossistemas aquáticos, com consequências negativas para diversos usos dos recursos hídricos, tais como a irrigação, pesca, recreação e navegação.

Quando o tratamento não é suficiente para a remoção desses contaminantes, a água pode apresentar alterações relacionadas ao sabor, cor e odor. O excesso de ferro e manganês pode trazer prejuízos para determinados processos industriais, manchar roupas e utensílios domésticos, causar depósitos e incrustações nos sistemas de distribuição e favorecer o aparecimento de bactérias ferruginosas.

A passagem da pluma de rejeitos elevou extraordinariamente a concentração de sedimentos e os níveis de turbidez em todo o Rio Doce (Figura 38) por vários dias. Isso resultou na interrupção total ou parcial do abastecimento de água de 12 cidades que captam água diretamente no rio Doce, incluindo Governador Valadares, afetando diretamente uma população estimada em 424.000 pessoas. Além disso, 143 captações de água outorgadas pela ANA podem ter sido impactadas, sendo 88 para fins industriais, 46 para fins de irrigação, 3 para criação de animais, e 6 para outros usos. A passagem do pico da pluma de sedimentos durou aproximadamente 5 dias, mas o tempo durante o qual os níveis de turbidez ficaram acima de 1.000 UNT em cada trecho do rio Doce foi superior a 30 dias. O abastecimento público nas

principais cidades, após adaptações nas estações de tratamento de água, foi retomado gradativamente (ANA, 2016).



**Figura 38: Imagem aérea de Governador Valadares após a chegada da pluma de rejeitos.**  
**Fonte: ANA, 2016**

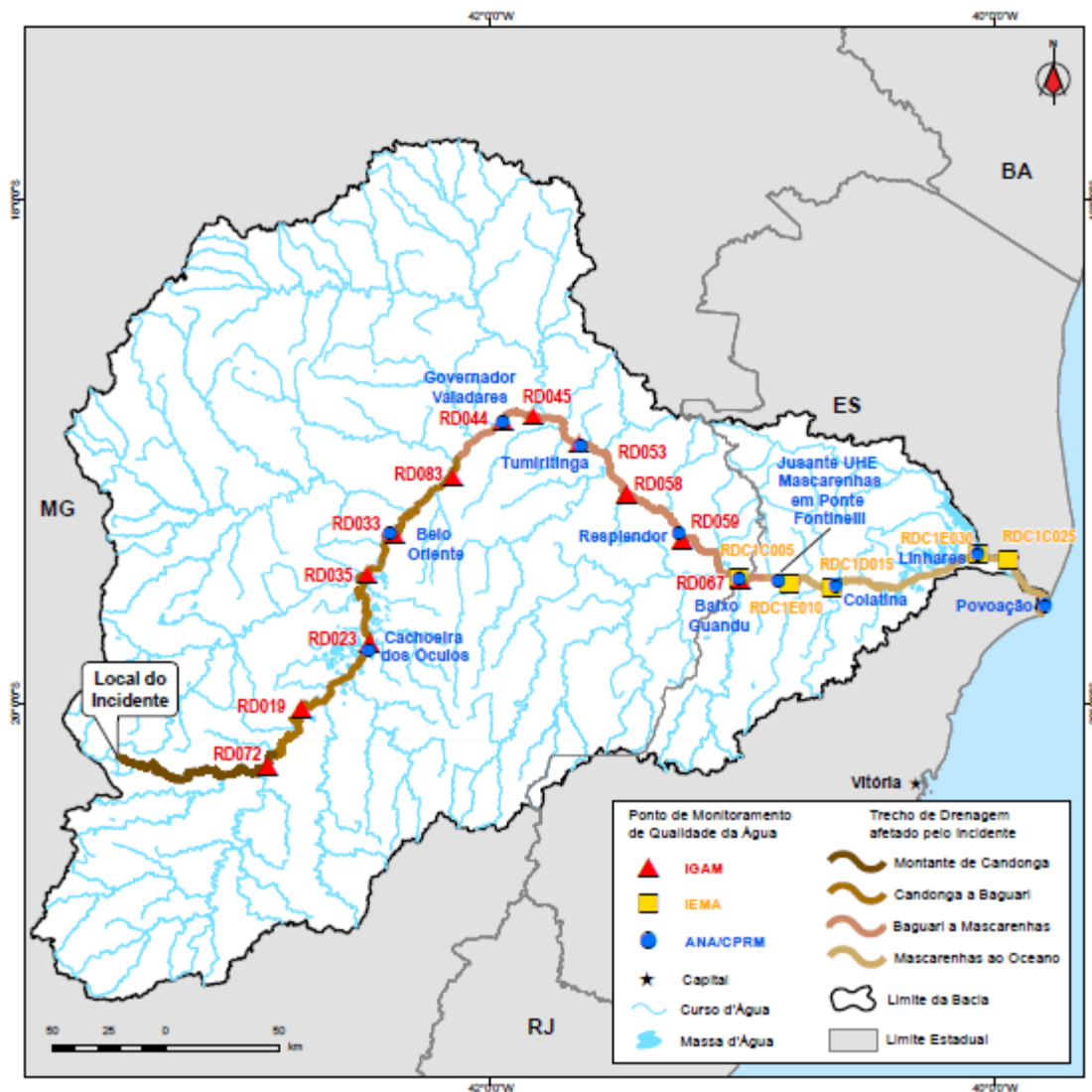
A qualidade da água na bacia do rio Doce é monitorada regularmente pelo IGAM e pelo IEMA. O IGAM monitora 64 pontos na bacia do rio Doce. Na porção capixaba da bacia, o IEMA monitora 12 pontos. Na Tabela 11 estão apontados os pontos de monitoramento utilizados para o acompanhamento da qualidade do Rio Doce. No território mineiro, onde se localizam o alto e médio cursos do Rio Doce, foram considerados 12 pontos operados pelo IGAM. Na porção inferior do rio Doce, foram contemplados 5 pontos monitorados pelo IEMA.

**Tabela 11: Pontos de Monitoramento da Qualidade da Água no Rio Doce.**

Tabela 1: Pontos de monitoramento do IGAM e IEMA no rio Doce					
Ponto	Órgão	Início das coletas	Final das coletas	Município	Distância ao acidente (km)
RD072	IGAM	01/10/2008	21/12/2015	Rio Doce, Santa Cruz do Escalvado	111
RD019	IGAM	02/09/1997	21/12/2015	Rio Casca, São Domingos do Prata	167
RD023	IGAM	16/09/1997	21/12/2015	Marliéria, Pingo-d'Água	217
RD035	IGAM	05/08/1997	21/12/2015	Ipatinga	262
RD033	IGAM	30/07/1997	21/12/2015	Belo Oriente, Bugre	291
RD083	IGAM	08/07/2008	21/12/2015	Fernandes Tourinho, Periquito	335
RD044	IGAM	21/02/2000	21/12/2015	Governador Valadares	374
RD045	IGAM	30/07/1997	21/12/2015	Governador Valadares	388
RD053	IGAM	04/09/1997	21/12/2015	Galiléia, Tumiritinga	415
RD058	IGAM	22/02/2000	21/12/2015	Conselheiro Pena	450
RD059	IGAM	04/09/1997	21/12/2015	Resplendor	486
RD067	IGAM	25/03/1998	21/12/2015	Aimorés	522
RDC1C005	IEMA	23/08/2001	24/11/2015	Baixo Guandu	522
RDC1E010	IEMA	23/08/2001	24/11/2015	Colatina (distrito de Itapina)	546
RDC1D015	IEMA	27/03/2012	24/11/2015	Colatina (montante)	568
RDC1C025	IEMA	22/03/2012	25/11/2015	Linhares	609
RDC1E030	IEMA	28/08/2001	25/11/2015	Linhares	623

Fonte: ANA, 2016.

Além dos pontos de monitoramento do IGAM e do IEMA, partir do dia 6 de novembro de 2015, a ANA e o Serviço Geológico do Brasil – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) lançaram campanhas especiais de monitoramento no rio Doce. Além do monitoramento de parâmetros de qualidade da água, foram coletadas amostras de sedimentos. Na Figura 39 estão apontadas a localização dos pontos de monitoramento na bacia do Rio Doce.



**Figura 39: Pontos de monitoramento de qualidade da água do IGAM, IEMA e ANA/CPRM**  
**Fonte: ANA, 2016**

A Tabela 12 e a Tabela 13 mostram a diferença entre os parâmetros analisados nos pontos de monitoramento antes e depois do evento do rompimento da barragem conforme exposto em relatório da Agência Nacional das Águas (ANA, 2016). Os dados anteriores ao sinistro da barragem são médias históricas e medições regulares realizadas pelo IGAM e IEMA. As últimas análises consideradas foram do dia 21/12/2015 para o IGAM e 25/12/2015 para o IEMA, embora as amostragens tenham continuado após essa data conforme é explicado no item 10.2.1.1. Os pontos de monitoramento em Governador Valadares estão destacados (RD044 e RD045). Pode-se perceber que houve um impacto inicial muito grande sobre o manancial, com alterações drásticas em vários parâmetros analisados.

**Tabela 12: Turbidez e sólidos totais antes e após o evento**

Tabela 2: Turbidez e sólidos totais antes e após o evento								
Ponto	Turbidez média antes do evento (UNT)	Turbidez máx. antes do evento (UNT)	Turbidez máx. após evento (UNT)	Turbidez na última coleta (UNT)**	Sólidos totais média antes do evento (mg/L)	Sólidos totais máx. antes do evento (mg/L)	Sólidos totais máx. após evento (mg/L)	Sólidos totais na última coleta (mg/L)**
RD072	58	604	435.400	453	117	968	112.470	266
RD019	52	318	597.400	502	90	322	221.430	216
RD023	52	310	606.200	622	97	295	344.980	444
RD035	61	382	334.600	381	110	401	124.220	234
RD033	68	955	497.500	572	124	786	204.860	424
RD083	43	537	21.480	348	85	517	9.190	180
RD044	59	794	140.000	400	96	502	20.580	186
RD045	64	797	81.440	425	104	593	20.910	234
RD053	62	560	74.160	393	108	474	30.270	218
RD058	63	417	89.220	455	114	566	15.760	254
RD059	70	764	28.500	417	113	603	6.130	206
RD067	61	540	10.050	479	98	462	3.270	190
RDC1C005	50	200	9560	2460	106	370	*	*
RDC1E010	54	240	1680	1680	106	320	*	*
RDC1D015	29	50	1590	1590	90	142	*	*
RDC1C025	29	87	2090	2090	87	158	*	*
RDC1E030	42	332	1830	1830	94	420	*	*

Fonte: ANA, 2016

**Tabela 13: Ferro dissolvido e manganês total antes e após o evento**

Tabela 3. Ferro dissolvido e manganês total antes e após o evento								
Ponto	Fe diss. média antes do evento (mg/L)**	Fe diss. máx. antes do evento (mg/L)*	Fe diss. máx. após evento (mg/L)	Fe diss. na última coleta (mg/L)	Mn total média antes do evento (mg/L)	Mn total máx. antes do evento (mg/L)**	Mn total máx. após evento (mg/L)	Mn total na última coleta (mg/L)*
RD072	0,197	0,538	6,758	0,884	0,209	1,520	15,010	0,348
RD019	0,159	0,488	18,730	1,036	0,160	1,205	32,300	0,287
RD023	0,179	0,490	23,600	1,870	0,161	0,840	936,000	0,543
RD035	0,172	0,510	18,010	1,276	0,171	0,499	351,000	0,271
RD033	0,162	0,390	32,260	1,238	0,164	0,602	857,000	0,411
RD083	0,143	0,381	4,583	0,802	0,059	0,266	21,850	0,141
RD044	0,190	0,573	3,490	1,154	0,115	0,460	67,200	0,158
RD045	0,188	0,610	6,900	1,002	0,109	0,609	40,800	0,188
RD053	0,175	0,476	7,130	1,103	0,109	0,674	31,410	0,154
RD058	0,193	1,040	5,670	1,634	0,129	0,469	19,390	0,140
RD059	0,200	2,070	8,615	1,025	0,118	0,588	4,540	0,135
RD067	0,205	2,020	4,456	1,559	0,096	0,537	1,820	0,052
RDC1C005	*	*	2,126	1,744	*	*	2,761	0,526
RDC1E010	*	*	1,495	1,495	*	*	0,434	0,434
RDC1D015	*	*	1,430	1,430	*	*	0,433	0,433
RDC1C025	*	*	0,891	0,891	*	*	0,428	0,428
RDC1E030	*	*	0,355	0,355	*	*	0,083	0,083

Fonte: ANA, 2016

Na Bacia do Rio Doce, o abastecimento urbano de água provém exclusivamente de captações superficiais em 149 das 209 sedes municipais, sendo que 8 delas dependem de água retirada diretamente do rio Doce. Além dessas 149, outras 32 cidades apresentam dependência parcial de captações superficiais em outros mananciais da bacia.

As alterações na qualidade da água decorrentes da liberação dos rejeitos causaram interrupção no fornecimento de água à população dos municípios e distritos com sistemas de abastecimento diretamente dependentes do Rio Doce, tais como: Alpercata, Governador Valadares, Tumiritinga, Galiléia, Resplendor, Itueta e distrito de Aimorés, em Minas Gerais e; Baixo Guandu, Colatina e distrito de Linhares, no Espírito Santo.

ONDA DE REJEITO	Sede Municipal	UF	População Total (IBGE, 2015)	Dependência do Rio Doce	Efeitos no abastecimento de água durante o evento
noite 08/11	Belo Oriente	MG	25.619	Parcial	Utilização de caminhões-pipa com captação no rio Santo Antônio para abastecimento do distrito de Perpétuo Socorro
	Periquito	MG	7.103	Parcial	Paralisação no distrito de Pedra Corrida
	Alpercata	MG	7.478	Total	Paralisação em 08/11 e retomada em 01/12
noite 09/11	Governador Valadares	MG	278.363	Total	Paralisação na área urbana e distrito de São Vitor em 09/11. Abastecimento oficialmente normalizado em 01/12
noite 10/11	Tumiritinga	MG	6.669	Total	Utilização de poços profundos a partir de 09/11
manhã 11/11	Galiléia	MG	7.061	Total	Utilização de caminhões-pipa que trazem água de Conselheiro Pena a partir de 09/11
noite 12/11	Resplendor	MG	17.675	Total	Paralisação na área urbana em 12/11 (captação suspensa por determinação judicial). Distribuição de água do Córrego Barroso por caminhões-pipa
	Itueta	MG	6.087	Total	Captação de água bruta por caminhões-pipa no rio Manhuaçu a partir de 09/11
manhã 16/11	Aimorés	MG	25.694	Parcial	Captação suspensa no distrito de Santo Antônio do Rio Doce
	Baixo Guandu	ES	31.467	Total	Captação de água bruta alterada para o rio Guandu em 09/11
	Colatina	ES	122.646	Total	Paralisação em 17/11 com retomada parcial e normalização em 01/12
22/11	Linhares	ES	163.662	Parcial	Manutenção da paralisação da captação no distrito de Regência, iniciada devido à estiagem e aumento de salinidade. Distribuição de água por poços e caminhões-pipa

**Figura 40: Impacto da onda de rejeito no abastecimento de água dos municípios afetados**

Fonte: ANA, 2016

No município de Governador Valadares, o abastecimento de água foi interrompido no dia 09/11 no distrito sede e no distrito de São Vitor, que são completamente dependentes da água tratada que é captada no Rio Doce. Durante a paralisação dos serviços de abastecimento, a demanda de água pela

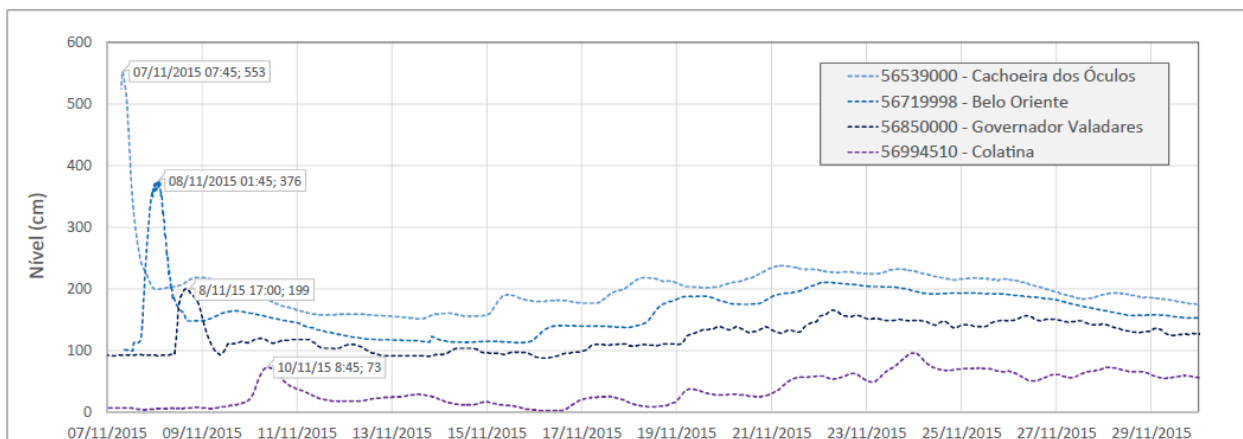
população foi atendida através da doação de água mineral pela própria Samarco aos moradores e abastecimento via carros-pipa. O tratamento de água nas ETAs dependentes do Rio Doce foi retomado no dia 16/11 e o abastecimento normalizado no dia 01/12. A distribuição de água pela Samarco foi encerrada no dia 22/01/2016. De acordo com dados da própria mineradora, foram distribuídos na cidade mais de 74 milhões de litros de água potável e 30 milhões de litros de água mineral. Entretanto, apesar do SAAE emitir laudos comprovando que a qualidade da água estava dentro das normas, boa parte da população de Governador Valadares ainda continua consumindo água mineral em vez da água encanada.

## **10. IMPACTOS SOBRE O ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE GOVERNADOR VALADARES**

A contaminação do Rio Doce com os rejeitos de mineração da Samarco impactou diretamente o abastecimento do município de Governador Valadares, altamente dependente da captação nesse curso d'água. O impacto imediato foi a interrupção do abastecimento de todo o distrito urbano, fato que causou grandes transtornos a população. Para que o abastecimento fosse retomado, o SAAE teve que realizar alterações na operação das Estações de Tratamento, que foram realizadas desde as primeiras semanas após o ocorrido e se estendem até o período atual. A Samarco também é responsável por efetuar algumas alterações no sistema de tratamento e abastecimento como parte do plano de ações mitigadoras do impacto. O impacto sobre a qualidade do manancial e alterações de parâmetros físico-químicos é outro aspecto muito expressivo, causando desconfiança da população sobre a potabilidade da água tratada. Todos esses impactos serão descritos a seguir.

### **10.1. Interrupção do abastecimento, fornecimento de água mineral e percepções da população**

Após percorrer cerca de 370 km no Rio Doce, a onda de cheia chegou no dia 8 de Novembro e elevou o nível do rio em aproximadamente um metro (Figura 41) e a pluma de rejeitos da barragem de Fundão atingiu o município de Governador Valadares no dia 9 de novembro a noite, quando o rio atingiu um pico de vazão de 585 m<sup>3</sup>/s. Com a chegada da onda de cheia a captação no Rio Doce foi suspensa por volta de 13h do dia 8 em todas as estações de tratamento que dependem do mesmo (ETA Central, Vila Isa, Santa Rita, Recanto dos Sonhos e São Vitor), e os reservatórios foram capazes de manter o abastecimento por cerca de 48h.



**Figura 41: Onda de cheia entre os dias 7 e 30 de Novembro nas cidades atingidas**  
**Fonte: ANA, 2016**

Com a interrupção do serviço de abastecimento, a população foi obrigada a encontrar fontes alternativas, estocando água em casa, passando a buscar água em poços artesianos e dependendo de doações de água mineral. Vários órgãos públicos, entidades privadas e pessoas físicas, como artistas, se mobilizaram para arrecadar água para a cidade de Valadares, assim como nas outras cidades que tiveram problemas de abastecimento ao longo do Rio Doce. O Corpo de Bombeiros de Uberlândia, por exemplo, arrecadou até o dia 16 de Novembro 10,8 mil litros de água mineral para serem doados a população.

Diante a situação, o Ministério Público do Estado de Minas Gerais (MPMG) ingressou com uma Ação Civil Pública Cautelar de Defesa do Meio Ambiente em Governador Valadares contra a Samarco solicitando, entre outros pedidos, o fornecimento de 800 mil litros de água por dia para estabelecimentos de saúde, escolas, abrigos, bombeiros e SAAE; 80 carregamentos de caminhões pipa; combustível para veículos buscarem água da COPASA nos municípios de Frei Inocência, Ipatinga e Marilac, sob pena de multa diária de 1 milhão de reais em caso de não cumprimento da mineradora. A Samarco foi responsável por organizar 15 pontos de abastecimento de água na cidade.

A doação de água pela Samarco causou grandes filas de moradores que aguardavam sua vez nos pontos determinados para serem contemplados. Em um primeiro momento cada morador podia carregar o quanto pudesse de água para sua casa, de modo que parte da população que possuía um meio de transporte para carregar grandes volumes se beneficiava, enquanto boa parte

da população mais pobre, sem as mesmas condições, não tinha a mesma possibilidade. Algumas pessoas estocavam a água mineral doada para posteriormente revendê-la. Para evitar essa situação e melhor organizar a distribuição de água, no dia 30 de Novembro, a Defesa Civil passou a exigir um cadastro por CPF de cada morador para controlar a quantidade de água doada, limitando a retirada em 30 litros por pessoa.



**Figura 42: Moradores recebem doação de água após enfrentarem fila**  
**Fonte: Agência RBS, 2015**

A Vale S.A. também se mobilizou para doar água, transportando-a em vagões-tanques até Governador Valadares. Tal ação ficou marcada por um incidente no dia 13 de Novembro: 260 mil litros de água transportados por 4 vagões-tanques haviam sido contaminados por querosene. A contaminação foi descoberta através de uma análise feita pelo SAAE e assim toda a água foi descartada. A Vale admitiu que os vagões foram enviados por equívoco e afirmou que iria transportar água de Ipatinga somente em vagões novos ou usados para o armazenamento de água utilizada no combate de incêndios florestais

Cada morador buscava água da maneira que podia. Vários portais de notícias relataram como a falta de abastecimento mudou a rotina dos

moradores, que fizeram grandes esforços para não deixar faltar água em suas casas:

<sup>1</sup>(...) Ao ver as panelas sujas sobre a pia, tanque cheio de roupa e os filhos sem água, dona Marlene Gonçalves, de 50 anos, tomou rumo pelo acostamento da BR-381. Governador Valadares, 15h15, 35°C de sol escaldante: com a caixa d'água vazia, sem um pingo na torneira desde semana passada, a aposentada juntou uma dúzia de garrafas pet, alguns galões e chamou os vizinhos mais jovens para ajudá-la a encontrar algum poço artesiano com o produto minimamente potável.

Percorreu 1,5 quilômetro em 40 minutos de caminhada até chegar a uma chácara, cujos donos liberaram o acesso ao poço artesiano. Dona Marlene mora com dois filhos (uma com deficiência mental) e dois netos no Vitória, bairro carente da maior cidade do Vale do Rio Doce, que enfrenta a mais grave crise de captação e distribuição de água de sua história por causa da lama de minério que tomou conta do rio a partir da ruptura das barragens em Mariana. “Só aqui hoje já vieram umas 300 pessoas. A gente não vigia, cada um sabe o quanto precisa”, afirma João Carlos Martins, encarregado que cuida da chácara.

Marlene foi uma das mais de três centenas que, segundo João, vieram pela BR-381, correndo risco de acidentes, com carrinhos de mão, garrafas e baldes para abastecer no posto artesiano (DAMASCENO, 2015).

<sup>2</sup>(...) A gente ficou uma semana, mais ou menos, sem água nenhuma. O povo buscou o máximo que pôde água de mina, de poços artesanais, de galão, em caixas d'água. Foi muita correria. No primeiro momento falaram que não ia ter mais água nem tão cedo e depois dizem que dá para tratar. É complicado confiar em uma água dessa para beber”, comenta Monique Silva, que é proprietária de um armazém no bairro Cidade Jardim e viu seu estoque de galões d'água acabar.

O resultado da apreensão é visto em diversas esquinas da cidade. Caminhões-pipa trafegam carregados de água pelas ruas enquanto moradores de todas as idades carregam garrafas e galões. No fim da tarde desta terça, Fagner Alves, 34, que está desempregado, voltava de bicicleta para casa, no bairro Cidade Jardim, carregando quase 20 litros de água. Em um saco, levou seis garrafas de 2 litros cada uma. No guidão, pendurou um garrafão de cinco litros. Conseguiu a água no poço artesanal de uma fazenda nas redondezas da sua casa.

Lucélia conta que até os banhos em casa estão sendo tomados com água mineral, adquirida ao longo da semana passada. Os gastos aumentaram e o lucro diminuiu acentuadamente,

---

<sup>1</sup> Notícia publicada Portal Estado de Minas ([www.em.com.br](http://www.em.com.br)) no dia 12/11/2015

<sup>2</sup> Notícia publicada no Portal UOL (<http://noticias.uol.com.br/>) no dia 18/11/2015

segundo ela. E se a situação se prolongar indefinidamente? “É melhor gastar com água mineral ou ficar doente?”, rebate. “O que mais incomoda é o cheiro de cloro muito forte. Eu acho que nem eles usam essa água para consumo”, diz, referindo-se aos integrantes do SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto), autarquia municipal que realiza a captação e o tratamento da água (MAIA, 2015).

A procura por água mineral foi tanta que em poucos minutos caminhões inteiramente carregados eram esvaziados nas distribuidoras de água. O comércio de água mineral virou um grande negócio em Governador Valadares, de modo que a compra de água passou a ser um gasto fixo para muitas famílias. A grande demanda por água fez com que surgissem muitos estabelecimentos irregulares de venda de garrafas e galões de água mineral, aumentando a concorrência das distribuidoras que já existiam antes do rompimento da Barragem de Fundão. Também com o aumento da demanda, o preço dos galões de 20L, particularmente, aumentaram.

Durante os sete dias em que o abastecimento ficou paralisado, boa parte do abastecimento humano foi feito pela distribuição de água mineral em garrafas e galões plásticos, o que fez com que outro problema ambiental também surgisse em decorrência da contaminação do Rio Doce: o descarte irregular de embalagens PET. O grande acúmulo de plásticos fez com que o volume de resíduos sólidos gerado pelo município aumentasse 15% entre o mês de Novembro do ano passado e Janeiro de 2016. Fato que agravou ainda mais a situação do serviço de coleta de lixo da cidade, que teve uma paralisação no dia 8 de Janeiro em função de falta de pagamento da prefeitura à empresa prestadora do serviço. Em outras 2 ocasiões o serviço de coleta foi interrompido em 2016, sendo que no mês de novembro ficou parado durante 11 dias.

Embora o plástico seja um material inerte, o PET é um material que demora cerca de 400 anos para ser biodegradado e seu descarte incorreto pode causar vários problemas como o entupimento de bocas de lobo (que atrapalha o escoamento da água pluvial) e o favorecimento de focos do mosquito *Aedes aegypti* devido ao acúmulo de água nos recipientes plásticos. Como a coleta seletiva não atende toda a população de Valadares, uma parte significativa de embalagens plásticas acaba tendo uma destinação incorreta ou

é enviada para o aterro sanitário, o que também não é o ideal, pois em grandes volumes o plástico atrapalha o processo de biodegradação dos resíduos.

Apesar do grande volume de resíduos plástico descartados incorretamente, a Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis Natureza Viva (ASCANAVI) foi beneficiada durante o período de fornecimento de água de mineral pela Samarco. Segundo uma das cooperadas, o volume de PET triplicou em duas semanas, fazendo com que a renda dos catadores aumentasse, já que o plástico transparente passou a ser recebido em grandes quantidades após a crise de abastecimento em Valadares (Figura 43).



**Figura 43: Cooperada da associação comemora o volume de garrafas PET recebido**  
**Fonte: Reportagem do Hoje em Dia, dezembro de 2015**

Além de causar grandes transtornos para a população e impactar no volume de resíduos, a interrupção do abastecimento gerou grande prejuízo às indústrias da região. Diante da crise no abastecimento, a Cooperativa Agropecuária do Vale do Rio Doce cedeu parte de sua água para o abastecimento de creches, hospitais e escolas em Governador Valadares. Como resultado, a fábrica foi forçada a paralisar sua linha de produção de achocolatado e creme de leite, o que causou um prejuízo estimado em R\$ 150 mil ao dia, ou R\$ 1,2 milhão em oito dias.

Após a chegada da lama em Governador Valadares, um dos maiores frigoríficos da região, o Mafrial, suspendeu o abate de 500 cabeças ao dia. O frigorífico teve que parar de usar a água do Rio Doce, pois não teria como atestar a qualidade da água, o que é essencial para a atividade. O laticínio Piracanjuba, que faz captação no Rio Doce, também teria suspenso parte de

sua produção. A indústria é abastecida pela água tratada da ETA Recanto dos Sonhos, que também teve captação suspensa.

Segundo a prefeitura, o rompimento da Barragem de Fundão causou um prejuízo de R\$ 153 milhões à Governador Valadares. Grande parte desse valor é referente a prejuízos públicos, a maioria relacionado ao abastecimento de água, adaptação da alimentação escolar, assistência médica e despesas que a prefeitura teve para socorrer a população que ficou sem água tratada nas torneiras por uma semana. O restante foi reclamado pelo setor privado, em especial das áreas de pecuária, agricultura e serviços.

A retomada do abastecimento de água pelo SAAE foi realizada aos poucos, começando no dia 16 de Novembro. A normalização do abastecimento só foi possível pelo uso do polímero de Acácia Negra no processo de coagulação, que se demonstrou bastante eficiente em separar as partículas de lama presentes na água. De acordo com o SAAE, um laudo emitido pela COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais atestou que a água tratada estava em conformidade com os padrões de potabilidade e isenta de metais tóxicos. Porém, outro laudo divulgado pelo Ministério Público mostrou que análises feitas no dia 20/11 com coletas de água tratada em 10 pontos espalhados pela cidade indicavam alterações nos níveis de alumínio, manganês, turbidez e cor aparente da água, que não estavam de acordo com os limites estabelecidos pela Portaria MS nº2914/2011 em vários locais analisados.

Apesar dessa inconformidade, o MP afirmou que tais parâmetros não conferem características tóxicas à água: o alumínio e o manganês são substâncias organolépticas, que podem conferir coloração e gosto às águas, as variações na turbidez foram consideradas imperceptíveis a olho nu e a alteração na cor aparente pode conferir coloração amarelo-castanho à água distribuída. O Ministério Público, entretanto, constatou que era indispensável que o SAAE tomasse as medidas cabíveis para que os parâmetros citados fossem adequados à norma.

Mesmo com a normalização do sistema de abastecimento pelo SAAE e a emissão de laudos que comprovam o atendimento aos padrões de potabilidade, a população ainda tem grande desconfiança em consumir a água

tratada. Nas primeiras semanas após a chegada da pluma de rejeitos, muitas pessoas consumiam água mineral até para fins menos nobres, como lavar a louça e tomar banho. Os moradores reclamavam do aspecto da água, da cor amarelada e o odor desagradável, com forte cheiro de cloro.

A Samarco suspendeu a doação de água mineral no dia 22 de Janeiro, após alegar que laudo da Justiça Federal atestava a potabilidade da água fornecida pelo SAAE. Ao todo foram distribuídos 74 milhões de litros de água potável e 30 milhões de água mineral. Com o encerramento do programa de doação, as famílias de Valadares passaram a comprometer seu orçamento com a compra de água mineral.

Três meses após o rompimento da Barragem de Fundão, por exemplo, a aposentada Maria Conceição da Silva, de 79 ainda utilizava água mineral para enxaguar a louça, e como muitos moradores, não utilizava a água do SAAE para beber ou preparar alimentos. Em sua casa eram utilizados 4 galões de 20 litros de água mineral, que totalizavam um gasto de R\$ 36 por semana, o que no mês representava 16,36% do salário da família.



**Figura 44: Morador busca água em poço artesiano para o preparo de alimentos**  
**Fonte: G1, 2016**

Outro exemplo é o do aposentado Sebastião Lúcio e Silva, de 68 anos (Figura 44), que após o rompimento da barragem passou a ter um compromisso fixo. Quase um ano após o ocorrido, duas vezes por semana, ele utiliza sua bicicleta e pedala cerca de 45 minutos até um posto nas margens da

BR-116 em Valadares, para pegar água de um poço artesiano. Sebastião carrega para casa seis galões de 6 litros de água, que usa para cozinhar. Para beber, utiliza somente água mineral, gastando 40 litros por semana (G1, 2016).

Os casos desses moradores não são isolados, boa parte da população se sente ainda muito insegura ao consumir a água distribuída pelo SAAE. Em visita à Governador Valadares, entre os dias 18 e 21 de Novembro de 2016, foi possível perceber como os vários relatos noticiados por meios de comunicação se confirmam. Em conversa com os moradores, a grande maioria diz não consumir a água que chega em suas casas para beber e preparar alimentos, apesar dos esforços do SAAE em provar que a água está própria para consumo. Além disso, muitas pessoas se disseram insatisfeitas com a qualidade da água antes mesmo do desastre em Mariana. Na Feira Livre de Domingo que acontece próximo ao Mercado Municipal da cidade, produtores que vendem hortaliças, frutas e verduras contam que os consumidores se preocupam com a procedência dos produtos vendidos, indagando se a água do Rio Doce é utilizada na irrigação. A maior parte da produção vendida vem de Caratinga, município à 120km de Governador Valadares, onde o cultivo não utiliza água do Rio Doce.

Ao visitar as estações de tratamento do SAAE, o técnico que acompanhou a visita afirmou que algumas pessoas, com medo da contaminação da água tratada, tem aberto poços artesianos e consumido água sem qualquer tipo de tratamento, sem se dar conta que a água dos poços também pode estar contaminada, já que o lençol freático é rico em ferro e manganês.

Em geral pode-se afirmar que a desinformação da população a respeito do tratamento de água é muito grande, já que a grande maioria desconhece os parâmetros que podem alterar a potabilidade da água. Outro aspecto importante a se notar é que o consumo de água mineral está também relacionado ao poder aquisitivo dos moradores. Famílias com condições econômicas menos favorecidas não podem comprometer sua renda com a compra de água e por isso não tem outra opção senão consumir a água tratada pelo SAAE.

Como resultado da desconfiança em relação ao abastecimento, a arrecadação da prefeitura com o consumo de água caiu drasticamente: de dezembro de 2015 a março de 2016, a população de Governador Valadares usou 1.003.748 metros cúbicos de água tratada, volume que no período de dezembro de 2014 a março de 2015, a quantidade havia sido de 1.153.206 metros cúbicos, o que representou uma queda de 15%. O aumento da tarifa de água também pode ter impulsionado essa diminuição no consumo. No dia 1º de Janeiro de 2016, as contas de água foram reajustadas em 10,71%, percentual correspondente à prévia da inflação de 2015. A administração municipal sustentou que a correção não teve relação com a crise de abastecimento consequente do acidente em Mariana, mas o fato agravou o descontentamento da população com o serviço de abastecimento do SAAE.

Para amenizar os dados causados à população pela interrupção de saneamento básico e degradação do Rio Doce, a Samarco, através da Fundação Renova, anunciou no fim de Outubro o início do Programa de Indenização Mediada (PIM). De acordo com o PIM, os moradores de Governador Valadares que aceitarem o acordo irão receber uma indenização de R\$ 1.000,00 por adulto residente numa mesma casa, além de R\$ 1.100,00 por pessoas acima de 60 anos, portadoras de necessidades especiais, gestantes ou crianças com menos de 12 anos, que vivam numa mesma residência. Segundo a Fundação Renova, esses valores foram estimados considerado o valor de uma conta média de água de 12 meses de R\$ 980,00. Para receber a indenização é necessário apresentar um comprovante de residência atestando que o morador residia em Governador Valadares quando o rompimento da barragem ocorreu em Mariana no dia 5 de Novembro de 2015.

#### **10.1.1. Fórum Permanente em Defesa do Rio Doce**

Durante o período em que foi realizada a visita a Governador Valadares, aconteceu na cidade o III Seminário da Bacia do Rio Doce para a criação do Fórum Permanente da Bacia Rio Doce, organizado pela Comissão de Meio Ambiente da Província Eclesiástica de Mariana e a Cáritas Diocesana de Governador Valadares. O Seminário contou com a presença de várias autoridades e representantes de movimentos sociais, entre eles a Prefeita de

Governador Valadares, o Ministério Público, deputados, pesquisadores, professores, representantes do MAB – Movimento Atingidos por Barragens, MAM – Movimento pela Soberania Popular na Mineração, MST – Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra, entre outras entidades.

**Seminário Bacia do Rio Doce: Responsabilidade de todos!**  
18 e 19 de Novembro de 2016 - Governador Valadares - MG

**Programação:**

**Sexta feira, dia 18 de Novembro**  
18h00 às 21h30  
**Local:** Estacionamento Pedra Negra  
Praça da Catedral de Santo Antônio  
Governador Valadares - MG

**Sábado, dia 19 de Novembro**  
08h00 às 20h00  
**Local:** Auditório do Colégio Ibituruna  
Rua Israel Pinheiro, 2144, Centro  
Governador Valadares - MG

O Rio? É doce. A Vale? Amarga.  
Ai, antes fosse mais leve a carga.  
Entre estatais e multinacionais, quantos ais!  
A dívida interna. A dívida externa. A dívida eterna.  
Quantas toneladas exportamos de ferro?  
Quantas lágrimas disfarçamos sem berro?  
Poema de Carlos Drummond de Andrade publicado em 1984.

**Apoio:**  
adveniat  
FNS - Fundo Nacional de Solidariedade  
Cidade Promissora

**Figura 45: Divulgação do Seminário**  
**Fonte: Fórum Permanente do Rio Doce, 2016**

O Fórum Permanente da Bacia do Rio Doce tem como objetivo discutir a conjuntura atual da Bacia do Rio Doce e buscar viabilizar propostas que ajudem a preservar e regenerar a Bacia, entre elas incluídas:

- Cuidar das nascentes da bacia, revitalizando os rios afluentes do Rio Doce, resgatando as condições favoráveis para um nascimento e percurso forte do Rio;
- Canalizar e tratar o esgoto nas cidades por onde flui o Rio e cuidar das matas ciliares;
- Implantar, nas cidades por onde passa o Rio Doce, sistemas alternativos de captação de água, procurando áreas mais apropriadas do que as atuais, evitando o uso das água do próprio Rio Doce.

A criação do Fórum visa também organizar e reunir as entidades atuam nas cidades da Bacia para cobrar a responsabilidade da Samarco e exigir a

realização de ações para a recuperação da Bacia. A atuação da mineradora foi muito criticada e os afetados consideram insuficientes as punições aplicadas para a Samarco, assim como criticam a falta ações mitigadoras.

Em fala durante a segunda mesa do evento, a Prefeita de Governador Valadares, Elisa Costa (Figura 46), reiterou a responsabilidade da Samarco sobre o impacto no abastecimento de água da cidade e reforçou os esforços da Prefeitura e do SAAE para tratar a água corretamente. Ela declarou que a água tratada está dentro dos parâmetros de qualidade exigidos e que o tratamento da água captada no Rio Doce logo após a tragédia só foi possível pela utilização do polímero de acácia negra, produto que ao ser utilizado na época gerou desconfiança da população sobre sua eficiência e origem. A Prefeita também declarou que as análises da água tratada em Governador Valadares também passariam a serem feitas por outros órgãos, como o IGAM.



**Figura 46: Prefeita Elisa Costa se pronuncia durante o Seminário.**

**Fonte: Acervo Próprio, 2016.**

## **10.2. Alterações nos parâmetros físico-químicos da água**

As características dos rejeitos liberados pelo rompimento da Barragem de Fundão alteraram significativamente os parâmetros físico-químicos da água do Rio Doce. Sabe-se que em um primeiro momento a passagem da pluma de rejeitos elevou extraordinariamente a concentração de sedimentos e os níveis de turbidez ao longo do curso do rio por vários dias. A diminuição de oxigênio dissolvido e o aumento de sólidos suspensos provocou a morte de várias espécies de peixe da Bacia. Além das alterações dos parâmetros físicos, que

puderam ser percebidas a olho nu e de imediato, como a alteração da cor d'água, houve-se uma grande preocupação com o teor de metais presente na lama, o que poderia conferir a toxicidade da água mesmo após tratamento.

Vários órgãos de fiscalização passaram a monitorar a qualidade da água do Rio Doce após a tragédia em Mariana, tanto da água bruta como da água tratada para abastecimento humano. Como já foi apresentado anteriormente, tanto o IGAM quanto o CRPM passaram a realizar análises periódicas para avaliar os efeitos da passagem da pluma de rejeitos. A seguir serão apresentados os resultados de campanhas de monitoramento realizadas em caráter emergencial, assim como análises constantes realizadas pelo SAAE, por exemplo, para que os dados possam ser comparados e confrontados com normas de qualidade, afim de avaliar qual o impacto do sinistro sobre os parâmetros físico-químicos da água do Rio Doce a curto e médio prazo.

### **10.2.1. Análises da Água Bruta**

Segundo a normatização da Resolução CONAMA nº357/2005, o Rio Doce se enquadra como corpo hídrico de água doce Classe 2, podendo, portanto, servir ao abastecimento após tratamento convencional. A passagem da pluma de rejeitos da Barragem de Fundão, no entanto, alterou as características físico-químicas do Rio Doce, fazendo com que os parâmetros de qualidade avaliados sofressem variações, conforme será avaliado a seguir. Serão apresentados os resultados de laudos divulgados por diferentes órgãos e outras entidades que realizaram as análises de água bruta.

#### **10.2.1.1. IGAM**

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 (IGAM, 2016).

Em decorrência do rompimento da barragem da Samarco, 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 rios afetados pelo desastre. Tal plano contemplou a seleção dos pontos, dos parâmetros e da frequência da coleta das amostras, com o objetivo de avaliar o grau de interferência nos corpos hídricos afetados, permitindo ainda, a avaliação dos níveis de poluição e degradação ambiental. Dessa forma, no dia 7 de Novembro de 2015, o IGAM iniciou as coletas em 12 pontos que já eram monitorados pelo Programa Águas de Minas.

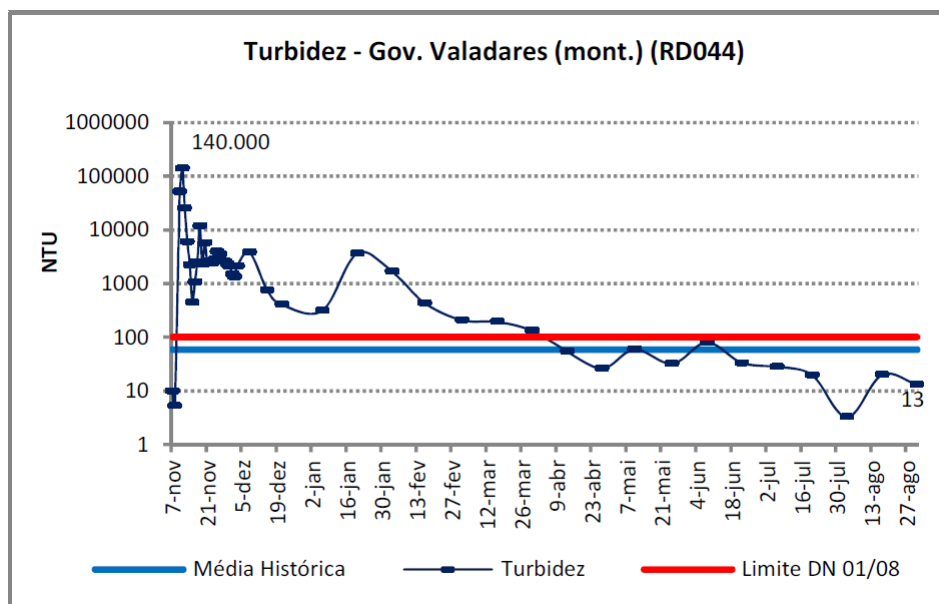
Inicialmente foi definida uma frequência diária para as amostragens das águas superficiais e semanal para os sedimentos. A partir do dia 3 de dezembro de 2015, as coletas passaram a ser semanais para as águas superficiais e mensais para os sedimentos. No dia 04 de Janeiro de 2016, ocorreu uma nova alteração da frequência de coleta: as águas superficiais passaram a ser analisadas quinzenalmente e as coletas de sedimentos permaneceram mensais. 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.

Como apresentado na Figura 39, em Governador Valadares o IGAM selecionou dois pontos para serem monitorados: as estações RD044 e RD045, situadas próximas à ETA Vila Isa e logo a jusante da área urbana respectivamente. Em ambos os pontos de coleta o monitoramento se deu início no dia 7 de Novembro de 2015. A seguir serão apresentados os resultados do monitoramento para os parâmetros considerados mais relevantes.

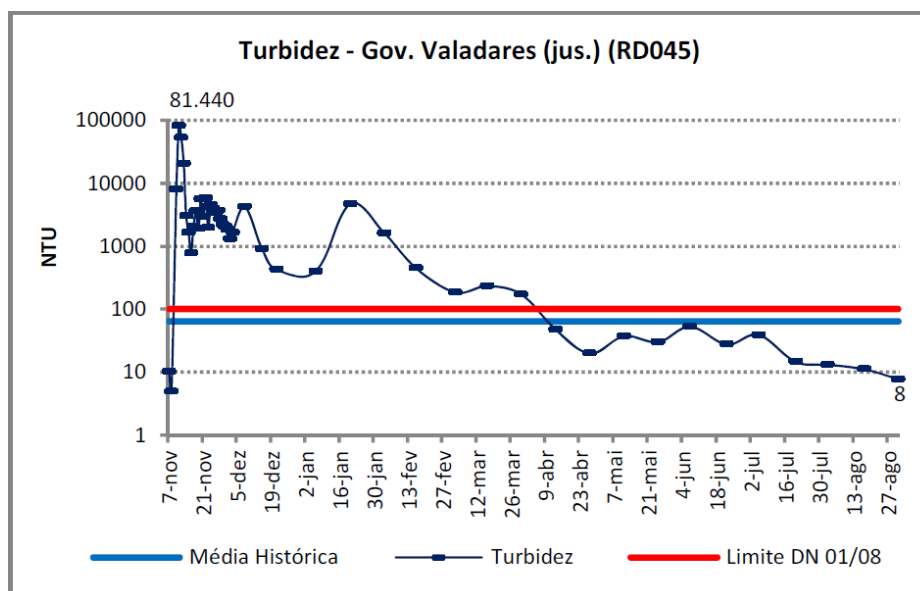
#### **10.2.1.1.1. Turbidez**

Os níveis de turbidez do Rio Doce se elevaram extraordinariamente após a passagem da pluma de rejeitos. A média histórica de turbidez na estação RD044 é de 58,5 NTU e da estação RD045 de 63,5 NTU. No dia 07/11 foram registrados, para a RD044 e RD045, níveis de turbidez de 9,72 NTU e 10,2 NTU respectivamente. De acordo com o monitoramento do IGAM, no dia

11/11 o Rio Doce atingiu um pico de turbidez de 140.000NTU para a RD044 e 81.440NTU para a RD045. Foi observado que desde o mês de abril de 2016, os níveis de turbidez se apresentam dentro do limite de classe 2 e dentro da normalidade esperada para a série histórica de cada estação de amostragem (ver Figura 47 e Figura 48).



**Figura 47: Níveis de turbidez na RD044 entre Novembro de 2015 e Agosto de 2016**  
**Fonte: IGAM, 2016**

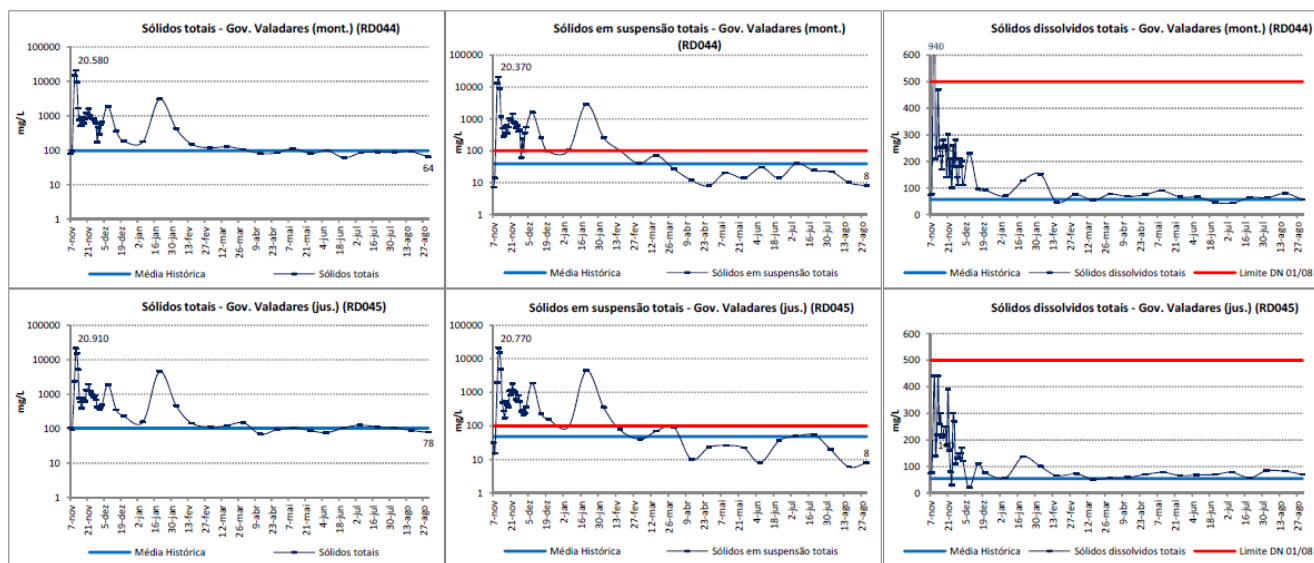


**Figura 48: Níveis de turbidez na RD045 entre Novembro de 2015 e Agosto de 2016**  
**Fonte: IGAM, 2016**

#### 10.2.1.1.2. Sólidos (Totais, Suspensão, Dissolvidos)

Valores de sólidos totais e em suspensão acima de 1.000 mg/L foram registrados próximo a data da passagem da pluma de rejeitos em todos os

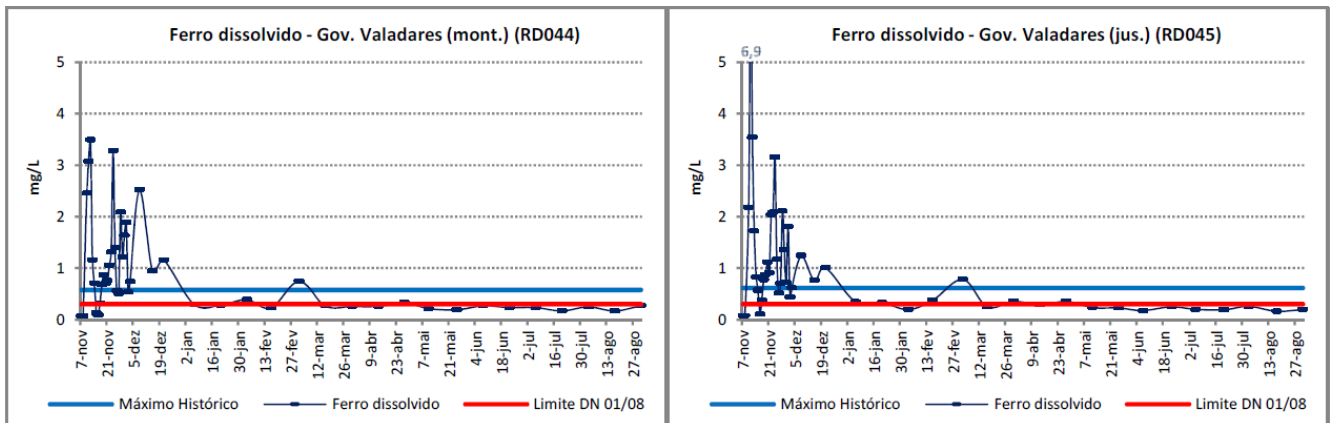
pontos da calha do rio Doce, com picos de 20.580 mg/L e 20.910 mg/L de sólidos totais nas estações RD044 e RD045, respectivamente, no dia 11 de Novembro de 2016. A partir do mês de abril de 2016 registros inferiores ao esperado para a série histórica de monitoramento foram obtidos nos pontos de monitoramento RD044 e RD045, mas os níveis oscilam bastante conforme é possível ver na Figura 49. A maior contribuição para os sólidos totais é de sólidos em suspensão.



**Figura 49: Níveis de sólidos (totais, em suspensão e dissolvidos) na RD044 e RD045 entre Novembro e Agosto**  
**Fonte: IGAM, 2016**

### 10.2.1.1.3. Ferro Dissolvido

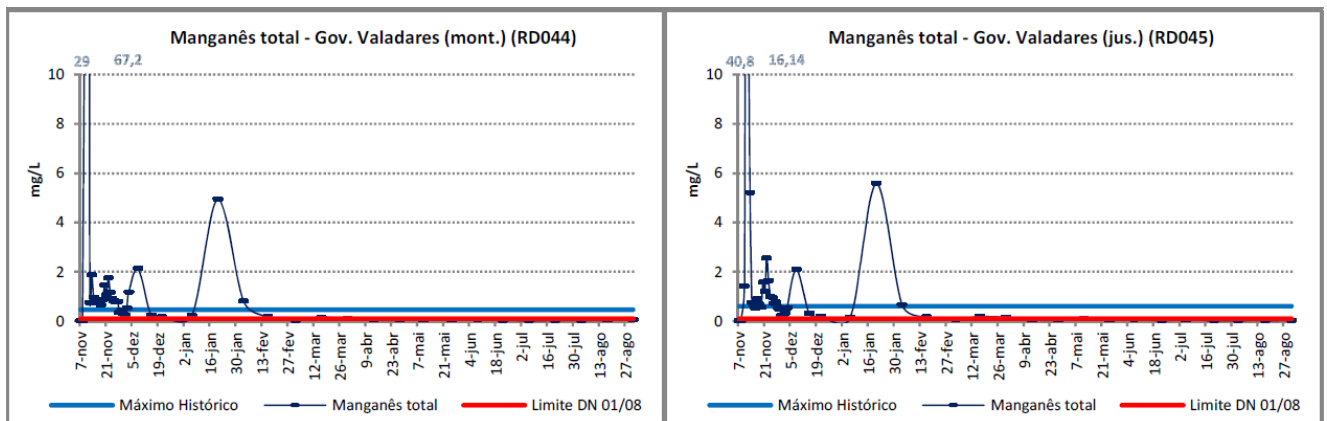
O nível de ferro dissolvido no Rio Doce atingiu um pico de 6,9 mg/L na estação RD045 no dia 11 de Novembro. No dia 08 de Novembro foram registrados 0,0677 mg/L na RD044 e 0,0736 mg/L na RD045, sendo o máximo histórico das estações 0,573 e 0,61 mg/L respectivamente. Mesmo após meses depois do acontecimento do sinistro, os níveis de Ferro Dissolvido chegam perto do limite de 0,3 mg/L estipulado pela resolução CONAMA 357, sendo registrado no dia 02/03 na estação RD044 uma concentração de 0,746 mg/L de ferro dissolvido. Em 27 de Abril, novamente o limite foi ultrapassado, sendo averiguadas concentrações de 0,329 e 0,353 mg/L nas RD044 e RD045 respectivamente (conforme é visto na Figura 50).



**Figura 50: Níveis de Ferro Dissolvido nas estações RD044 e RD045 entre os meses de Novembro e Agosto**  
**Fonte: IGAM, 2016**

#### 10.2.1.1.4. Manganês Total

Todos os níveis de Manganês medidos até o dia 16/02/2016 se mantiveram acima do limite para corpos classe 2, com o pico ocorrendo no dia 11 de novembro: 67,2 mg/L para o ponto de monitoramento RD044 e 40,8 mg/L para o RD045. Destaque para o dia 20/01/2016, no qual as concentrações de manganês total atingiram 4,934 e 5,574 mg/L para as estações RD044 e RD045 respectivamente (Figura 51).

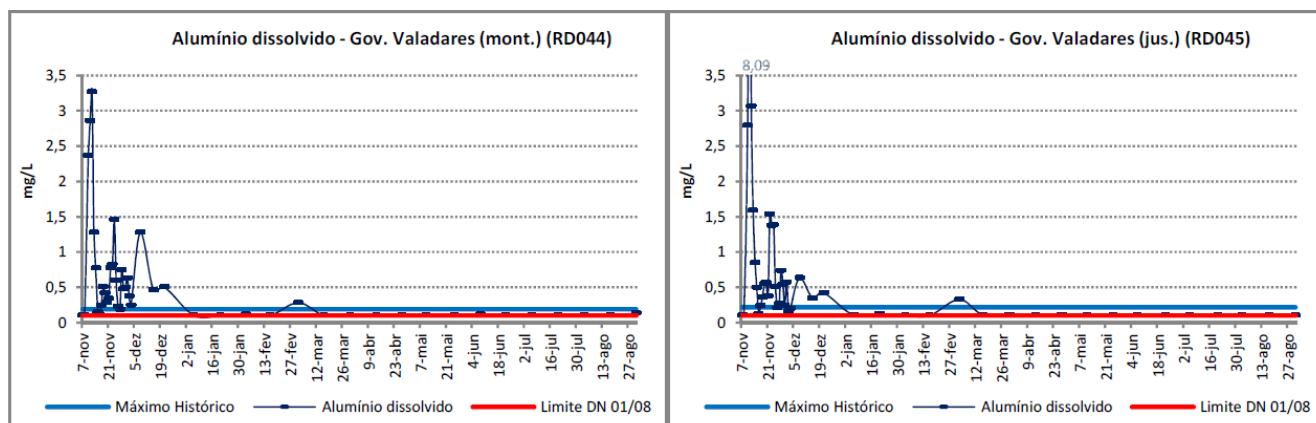


**Figura 51: Níveis de manganês total nas estações RD044 e RD045 entre os meses de Novembro e Agosto.**  
**Fonte: IGAM, 2016.**

#### 10.2.1.1.5. Alumínio Dissolvido

Todos os dados registrados pelas análises entre o dia 7 de Novembro de 2015 e 06 de Janeiro de 2016 revelam concentrações acima do limite da resolução 357 do CONAMA, que é 0,1 mg/L. O pico de concentração na RD044 foi de 3,268 mg/L de alumínio dissolvido no dia 12/11/2016, enquanto que na RD045, esse pico foi atingido um dia antes, quando foi registrada uma

concentração de 8,09 mg/L. O máximo histórico anteriormente registrado havia sido de 0,19 e 0,219 mg/L nos pontos de monitoramento RD044 e RD045 respectivamente. Na última coleta registrada, do dia 31 de Agosto, foi constatado que a concentração de alumínio na RD044 estava ligeiramente acima do limite, com 0,132 mg/L de alumínio dissolvido.



**Figura 52: Níveis de alumínio dissolvido nas estações RD044 e RD045 entre os meses de Novembro e Agosto**  
**Fonte: IGAM, 2016**

#### 10.2.1.1.6. Outras Considerações

Com exceção do Oxigênio Dissolvido, outros parâmetros físicos analisados não possuíram alterações significativas que pudessem causar um impacto perceptível no corpo hídrico. Todos os outros metais analisados (cobre dissolvido, cromo total, cádmio total, chumbo total, mercúrio total e níquel total) ultrapassaram tanto o limite classe II quanto o máximo histórico registrado entre os dias 11 e 12 de Novembro de 2015 nas estações de monitoramento em Valadares, com exceção do mercúrio, que atingiu o pico no dia 18/11 e o cobre que apresentou uma anomalia no dia 27 de abril de 2016. Entretanto, as variações desses metais após decorrido um curto tempo do rompimento da barragem não apresentaram níveis preocupantes, estando sempre abaixo do limite exigido para enquadramento do rio em classe 2.

#### 10.2.1.2. CPRM/ANA

Após o rompimento da Barragem de Fundão em Mariana, o Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e a Agência Nacional das Águas (ANA) também elaboraram um programa de emergência de monitoramento da Bacia do Rio Doce. O programa promoveu a operação do sistema de alerta de cheia da bacia do rio Doce 24h por dia, a calibração de modelo de previsão de turbidez

e cinco campanhas de campo que incluíam a coleta e análises da água bruta do rio, realizadas até o dia 22 de Dezembro de 2015..

Em Governador Valadares foram feitas coletas em um mesmo ponto de monitoramento do IGAM – a RD044. Foram analisados os parâmetros de Condutividade Elétrica, Oxigênio Dissolvido, pH, Temperatura, Turbidez, granulometria e concentração de sedimentos em suspensão. O resultado das análises feitas nos primeiros dias após o rompimento da barragem mostram alterações significativas nos parâmetros físicos da água: segundo os dados do CPRM/ANA a turbidez atingiu um pico de 119.360NTU no dia 10/11/2015 as 10h40. Pode se observar também uma diminuição drástica na quantidade de oxigênio dissolvido (Tabela 14).

**Tabela 14: Análise de parâmetros físicos feita pelo CRPM/ANA em caráter emergencial.**

NOME	DATA	HORA	COTA (cm)	Temp(°C)	Condutividade Elétrica (µS)	pH	OD (mg/L)	%OD	Turbidez (NTU)
GOVERNADOR VALADARES	08/11/2015	10:50	94	33,7	104	7,79	5,38	76,7	2,62
	08/11/2015	12:25	148	-	106	7,72	6,15	87,8	52,2
	08/11/2015	13:30	180	32,2	108	7,59	5,87	75,0	144
	08/11/2015	14:25	192	31,3	106	7,87	5,06	66,5	57,8
	08/11/2015	15:25	198	31,1	108	7,67	5,14	67,4	89,5
	08/11/2015	16:25	202	32,5	107	7,85	5,06	70,6	31,1
	08/11/2015	18:30	199	31,2	103	7,57	4,25	59,1	103
	09/11/2015	17:00	113	32,0	98	7,80	4,97	68,2	7,14
	10/11/2015	07:40	121	28,3	153	7,12	0,27	2,0	82.160
	10/11/2015	08:40	120	28,5	154	7,15	0,29	1,0	57.360
	10/11/2015	09:40	117	28,8	158	7,14	0,22	2,1	91.680
	10/11/2015	10:40	116	28,7	168	7,15	0,25	1,3	119.360
	10/11/2015	11:40	113	19,8	171	7,11	0,19	1,8	116.200
	10/11/2015	14:00	113	31,3	175	7,10	0,17	1,9	113.520
	10/11/2015	15:00	115	31,2	174	7,08	0,16	1,4	104.040
	10/11/2015	16:00	116	31,3	174	7,09	0,20	1,4	64.160
	10/11/2015	17:00	116	30,9	169	7,02	0,20	2,1	93.960
	10/11/2015	18:00	118	31,2	174	7,07	0,11	2,8	90.560
	11/11/2015	19:55	105	29,9	191	7,20	0,58	6,6	-
	12/11/2015	17:45	107	28,4	175	7,28	2,27	26,6	116.320

Fonte: CRPM/ANA, 2015.

Houve também uma alteração muito grande na concentração de sedimentos em suspensão no rio, que em Governador Valadares possui um valor característico de 4 a 240 mg/L. No dia 10/11/2015 as 11h40 foi observado um pico de 50.492 mg/L, com valores muito maiores a montante de Valadares (Tabela 15).

**Tabela 15: Concentração de Sedimentos em Suspensão após o evento**

Estação	Data	Hora	Cota (cm)	Css (mg/L)
Governador Valadares	10/11/2015	07:40	121	36.240
Governador Valadares	10/11/2015	08:40	120	33.728
Governador Valadares	10/11/2015	09:40	117	39.040
Governador Valadares	10/11/2015	10:45	115	47.582
Governador Valadares	10/11/2015	11:40	113	50.942
Governador Valadares	10/11/2015	14:00	113	49.372
Governador Valadares	10/11/2015	15:00	115	49.490
Governador Valadares	10/11/2015	16:00	159	32.442
Governador Valadares	10/11/2015	17:00	116	46.700
Governador Valadares	10/11/2015	18:00	118	46.718
Governador Valadares	12/11/2015	07:45	107	12.422

Fonte: CRPM/ANA, 2015

### 10.2.1.3. SAAE

O SAAE realiza esporadicamente análises em laboratório da água bruta captada, enviando as coletas para a análise de terceiros. Também acompanha os parâmetros físicos da água em cada etapa do tratamento. As últimas análises mais recentes de água bruta divulgadas pelo SAAE foram feitas de coletas realizadas nos dias 10 de Junho e 12 de Julho de 2016.

Na coleta realizada no dia 10 de Junho as coletas foram enviadas para análise para o laboratório Ecosystem, sediado em Campinas/SP. Não foram registrados muitos parâmetros foram dos limites de referência para um rio classe 2 (Tabela 16). Vale ressaltar que o nível de alumínio dissolvido identificado foi de 0,16 mg/L, acima dos limites da resolução CONAMA 357 (no dia 08/06/16 o IGAM registrou uma concentração de 0,114 mg/L para a RD044).

**Tabela 16: Resultados das análises para parâmetros inorgânicos**

<i>Resolução CONAMA 357 - Art. 15 - Tabela 1 - Classe 2 - Parâmetros Inorgânicos</i>							
Parâmetro	Unidade	Data de Realização do Ensaio	LQ	Incerteza do Método	Resolução CONAMA - 357 de 17 de Março de 2005 - Art. 15 - Tabela 1 - Classe 2	Metodologia de Referência	Resultado
Alumínio dissolvido	mg/L	01/07/16	0,0200	-	0,10	EPA 200.7	0,16
Antimônio	mg/L	30/06/16	0,0040	-	0,005	EPA 200.7	< 0,004
Arsênio total	mg/L	30/06/16	0,0050	-	0,01	EPA 200.7	< 0,005
Bário total	mg/L	30/06/16	0,0060	-	0,70	EPA 200.7	< 0,006
Berílio total	mg/L	30/06/16	0,0020	-	0,04	EPA 200.7	< 0,002
Boro Total	mg/L	30/06/16	0,0100	-	0,50	EPA 200.7	< 0,01
Cádmio total	mg/L	30/06/16	0,0006	-	0,001	EPA 200.7	< 0,0006
Chumbo total	mg/L	30/06/16	0,0040	-	0,01	EPA 200.7	< 0,004
Cianeto livre	mg/L	20/06/16	0,0040	-	0,005	SM4500CN C-E	< 0,004
Cloreto Total	mg/L	27/06/16	1,00	-	250,00	EPA 300.1	4,91
Cloro residual total (combinado + livre)	mg/L	13/06/16	0,10	-	0,01	SM4500CL G	< 0,1
Cobalto total	mg/L	30/06/16	0,0300	-	0,0500	EPA 200.7	< 0,03

Tabela 16 – continuação

Parâmetro	Unidade	Data de Realização do Ensaio	LQ	Incerteza do Método	Resolução CONAMA - 357 de 17 de Março de 2005 - Art. 15 - Tabela 1 - Classe 2	Metodologia de Referência	Resultado
Cobre dissolvido	mg/L	30/06/16	0,002	-	0,009	EPA 200.7	< 0,002
Cromo Total	mg/L	30/06/16	0,0100	-	0,05	EPA 200.7	< 0,01
Ferro Dissolvido	mg/L	30/06/16	0,010	-	0,30	EPA 200.7	0,02
Fluoreto Total	mg/L	27/06/16	0,01	-	1,40	EPA 300.1	0,11
Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lótico)	mg/L	02/07/16	0,0200	-	0,050	EPA 200.7	0,020
Fósforo total (ambiente lótico)	mg/L	02/07/16	0,020	-	0,030	EPA 200.7	0,020
Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	mg/L	02/07/16	0,020	-	0,100	EPA 200.7	0,020
Lítio total	mg/L	30/06/16	0,0300	-	2,50	EPA 200.7	< 0,03
Manganês total	mg/L	30/06/16	0,0100	-	0,100	EPA 200.7	< 0,01
Mercúrio total	mg/L	30/06/16	0,0001	-	0,0002	EPA 200.7	< 0,0001
Níquel total	mg/L	30/06/16	0,0100	-	0,025	EPA 200.7	< 0,01
Nitrato como N	mg/L	27/06/16	0,30	-	10,00	EPA 300.1	1,02
Nitrito como N	mg/L	27/06/16	0,07	-	1,00	EPA 300.1	< 0,07
*Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	15/06/16	0,03	-	-	SM4500 - NH3 - B/F	0,254
Prata total	mg/L	30/06/16	0,005	-	0,01	EPA 200.7	< 0,005
Selênio total	mg/L	30/06/16	0,0020	-	0,01	EPA 200.7	< 0,002
Sulfato Total	mg/L	27/06/16	0,20	-	250,0	EPA 300.1	5,5
Sulfeto (H2S não dissociado)	mg/L	20/06/16	0,0010	-	0,002	SMEWW 4500 S2H	< 0,001
Urânio Total	mg/L	30/06/16	0,0100	-	0,020	EPA 200.7	< 0,01
Vanádio total	mg/L	30/06/16	0,0500	-	0,10	EPA 200.7	< 0,05
Zinco total	mg/L	30/06/16	0,0200	-	0,18	EPA 200.7	< 0,02

Fonte: SAAE, 2016

Na coleta do dia 12 de Julho e análises realizadas pelo Laboratório Tommasi (Vitória/ES), não foram verificadas inconformidades nessa análise (o valor de alumínio dissolvido foi de 0,05 mg/L).

### 10.2.2. Análises da Água Tratada

A água tratada pelo SAAE é analisada diariamente por laboratórios na ETA Central e também são enviadas amostras para análises em laboratórios externos, algumas delas de responsabilidade da SAMARCO. Na Tabela 17 é possível ver os resultados das análises anuais de 2016 realizadas pelo SAAE nas estações Central, Vila Isa e Santa Rita, com a água coleta nos reservatórios de cada estação. Pode-se observar que são apresentados poucas anomalias nos parâmetros de qualidade, o alumínio, por exemplo, teve ultrapassagem do limite estabelecido pela Portaria nº2.914 em duas ocasiões somente (são feitas análises mensais desse parâmetro).



Tabela 17: Análises realizadas da água das ETA Central, Santa Rita, Vila Isa no ano de 2016

PARÂ- METROS	pH				COR APARENTE				TURBIDEZ				CLORO RESIDUA LIVRE				FLUORETOS				COLIFORMES TOTAIS					FERRO TOTAL				MANGANÊS TOTAL				ALUMÍNIO TOTAL					
unidade	---				u.H.- unidade de Hazen				u.T.-unidade de turbidez				mg/L				mg/L				ausência/presença					mg/L				mg/L				mg/L					
	valor mínimo = 6,0 valor máximo = 9,5 definido p/ Portaria				valor mínimo = 0 valor máximo = 15,0 definido p/ Portaria				valor mínimo = 0 valor máximo = 5,00 definido p/ Portaria				valor mínimo = 0,20 valor máximo = 2,00 definido p/ Portaria				valor mínimo = 0,60 valor máximo = 0,80 definido p/ Portaria				sistemas que analisam 40 ou mais amostras p/ mês. Ausência em 95% amostra					valor mínimo = 0 valor máximo = 0,30 definido p/ Portaria				valor mínimo = 0 valor máximo = 0,1 definido p/ Portaria				valor mínimo = 0 valor máximo = 0,2 definido p/ Portaria					
MÊS	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	E	F	G	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	H	
Janeiro	0	191	0	7,15	48	191	0	1,5	151	191	1	1,53	151	191	0	0,83	0	23	0	0,64	151	191	0	8	0	3	60	0	0,04	3	60	0	0,011	3	60	0	0,001	sem ocorrência	
Fevereiro	0	191	0	7,48	48	191	0	0,7	151	191	0	1,49	151	191	0	1,10	0	23	0	0,60	151	191	0	8	0	3	57	0	0,04	3	57	0	0,009	3	57	0	0,003	sem ocorrência	
Março	0	191	0	7,17	48	191	0	1,9	151	191	0	1,39	151	191	0	1,14	0	23	0	0,68	151	191	0	8	0	3	63	0	0,04	3	63	0	0,003	3	63	0	0,002	sem ocorrência	
Abril	0	191	0	7,04	48	191	0	1,7	151	191	0	1,51	151	191	0	1,08	0	23	0	0,73	151	191	0	8	0	3	57	0	0,03	3	57	0	0,006	3	57	1	0,026	sem ocorrência	
Mai	0	191	0	6,98	48	191	0	2,4	151	191	0	1,63	151	191	0	0,94	0	23	0	0,77	151	191	0	8	0	3	60	0	0,03	3	60	0	0,012	3	60	1	0,037	sem ocorrência	
Junho	0	191	0	7,08	48	191	0	3,6	151	191	0	1,86	151	191	0	1,18	0	23	0	0,80	151	191	0	8	0	3	66	0	0,02	3	66	0	0,008	3	66	0	0,034	sem ocorrência	
Julho	0	191	0	7,19	48	191	0	2,3	151	191	0	1,33	151	191	0	1,06	0	23	0	0,67	151	191	0	8	0	3	63	0	0,05	3	63	1	0,014	3	63	0	0,020	sem ocorrência	
Agosto	0	191	0	7,00	48	191	0	3,7	151	191	0	1,47	151	191	0	1,21	0	23	0	0,62	151	191	0	8	0	3	69	0	0,03	3	69	0	0,007	3	69	0	0,035	sem ocorrência	
Setembro	0	191	0	7,07	48	191	0	2,9	151	191	0	1,16	151	191	0	0,99	0	23	0	0,65	151	191	0	8	0	3	63	0	0,02	3	63	0	0,017	3	63	0	0,046	sem ocorrência	
Outubro	0	191	0	7,24	48	191	0	6,3	151	191	0	1,08	151	191	0	1,05	0	23	0	0,60	151	191	0	8	0	3	60	0	0,02	3	60	0	0,066	3	60	0	0,036	sem ocorrência	
Novembro																																							
Dezembro																																							

**LEGENDA:**

A = nº total de análises exigidas pela Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde - M.S.

B = nº total de análises processadas pelo Laboratório Central do SAAE

C = nº total de resultados anômalos detectados

D = valor médio mensal apresentado nas análises processadas

E = nº total de amostras que apresentaram resultados positivos para coliformes totais

F = nº máximo de amostras positivas para coliformes totais permitidos pela Portaria do M.S.

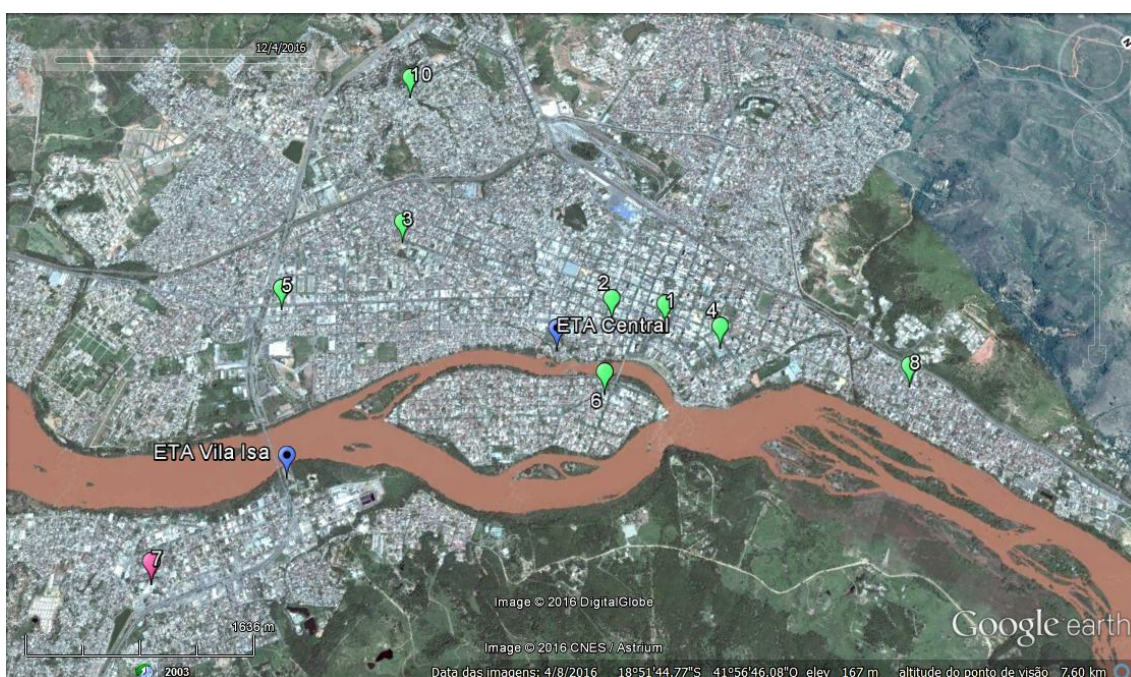
G = quantidade de amostras com contaminação de coliformes totais consecutivas

H = parâmetros analíticos de frequência trimestral e semestral que apresentaram resultados fora dos padrões de potabilidade

Fonte: SAAE, 2016

Em decorrência do rompimento da barragem de Fundão, o Ministério Público, através de sua Central de Apoio Técnico realizou duas campanhas de amostragem da água tratada do Rio Doce, uma perícia complementar em caráter de urgência no dia 20 de Novembro de 2015 e outra no dia 05 de Julho de 2016.

Na primeira perícia feita, as amostras foram enviadas para o laboratório Visão Ltda e as coletas foram acompanhadas por um funcionário do SAAE. Foram escolhidos 10 pontos de coleta, sendo 9 deles abastecidos pela ETA Central e um pela ETA Vila Isa, conforme apresentado na Figura 53 (os pontos de abrangência da ETA Central estão em verdes, o da ETA Vila Isa, em rosa). A saída da ETA Central também foi analisada.



**Figura 53: Plano de amostragem do MP/Novembro de 2015**

**Fonte: Google Earth, 2016**

A Tabela 18, Tabela 19 e Tabela 20 mostram os resultados das análises para os parâmetros manganês total, turbidez e cor aparente, que obtiveram resultados com níveis acima do permitido pela Portaria nº2.914. Na ETA Central, o nível de alumínio dissolvido também foi excedido, com concentração de 0,27 mg/L. Apesar da divulgação do laudo, o Ministério Público considerou que os parâmetros analisados não conferiam toxicidade à água.

**Tabela 18: Concentração de Manganês nos pontos de coleta**

<b>Ponto</b>	<b>Concentração de Manganês (mg/L)</b>	<b>Padrão de Potabilidade (mg/L) – Portaria 2914/11</b>
Saída da ETA – Central	<b>0,23</b>	0,10
Ponto 1 – Prédio (centro)	<b>0,19</b>	0,10
Ponto 2 – Rodoviária	0,06	0,10
Ponto 3 – Col. Tiradentes	<b>0,14</b>	0,10
Ponto 4 – Hosp. Municipal	<b>0,19</b>	0,10
Ponto 5 – Escola SESI/FIEMG	0,09	0,10
Ponto 6 – Centro Interescolar	<b>0,19</b>	0,10
Ponto 7 – Vila Isa (Hospital)	< 0,05	0,10
Ponto 8 – E.E. Euzébio Cabral	<b>0,17</b>	0,10
Ponto 9 – Creche (Conj. Sir)	<b>0,11</b>	0,10
Ponto 10 – Altinópolis (bomba)	< 0,05	0,10

Fonte: MPMG, 2015

**Tabela 19: Turbidez nos pontos de coleta**

<b>Ponto</b>	<b>Turbidez (UNT)</b>	<b>Padrão de Potabilidade (UNT) – Portaria 2914/11</b>
Saída da ETA - Central	<b>7,69</b>	5,0
Ponto 1 – Prédio (centro)	<b>9,59</b>	5,0
Ponto 2 – Rodoviária	0,72	5,0
Ponto 3 – Col. Tiradentes	<b>8,36</b>	5,0
Ponto 4 – Hosp. Municipal	<b>9,02</b>	5,0
Ponto 5 – Escola SESI/FIEMG	<b>7,30</b>	5,0
Ponto 6 – Centro Interescolar	<b>7,69</b>	5,0
Ponto 7 – Vila Isa (Hospital)	3,43	5,0
Ponto 8 – E.E. Euzébio Cabral	<b>8,22</b>	5,0
Ponto 9 – Creche (Conj. Sir)	<b>7,81</b>	5,0
Ponto 10 – Altinópolis (bomba)	<b>8,22</b>	5,0

Fonte: MPMG, 2015

Tabela 20: Cor aparente nos pontos de coleta

Ponto	Cor Aparente (uH)	Padrão de Potabilidade (uH) – Portaria 2914/11
Saída da ETA – Central	5	15
Ponto 1 – Prédio (centro)	20	15
Ponto 2 – Rodoviária	15	15
Ponto 3 – Col. Tiradentes	20	15
Ponto 4 – Hosp. Municipal	20	15
Ponto 5 – Escola SESI/FIEMG	5	15
Ponto 6 – Centro Interescolar	10	15
Ponto 7 – Vila Isa (H.Samarit.)	20	15
Ponto 8 – E.E. Euzébio Cabral	20	15
Ponto 9 – Creche (Conj. Sir)	20	15
Ponto 10 – Altinópolis (bomba)	20	15

Fonte: MPMG, 2015

Em novo laudo divulgado em Julho, o Ministério Público ampliou o plano de amostragem, selecionando 13 pontos de coleta de água (Figura 54), sendo 3 deles na rede de abastecimento da ETA Santa Rita, incluindo a saída da ETA (indicados em azul), 4 na rede de abastecimento da ETA Vila Isa, incluindo a saída da ETA (indicados em rosa) e 6 na rede de abastecimento da ETA Central, incluindo a saída da ETA, que foi considerada duas vezes, pois em uma das coletas estava sendo feita a retrolavagem dos filtros (indicados em verde).

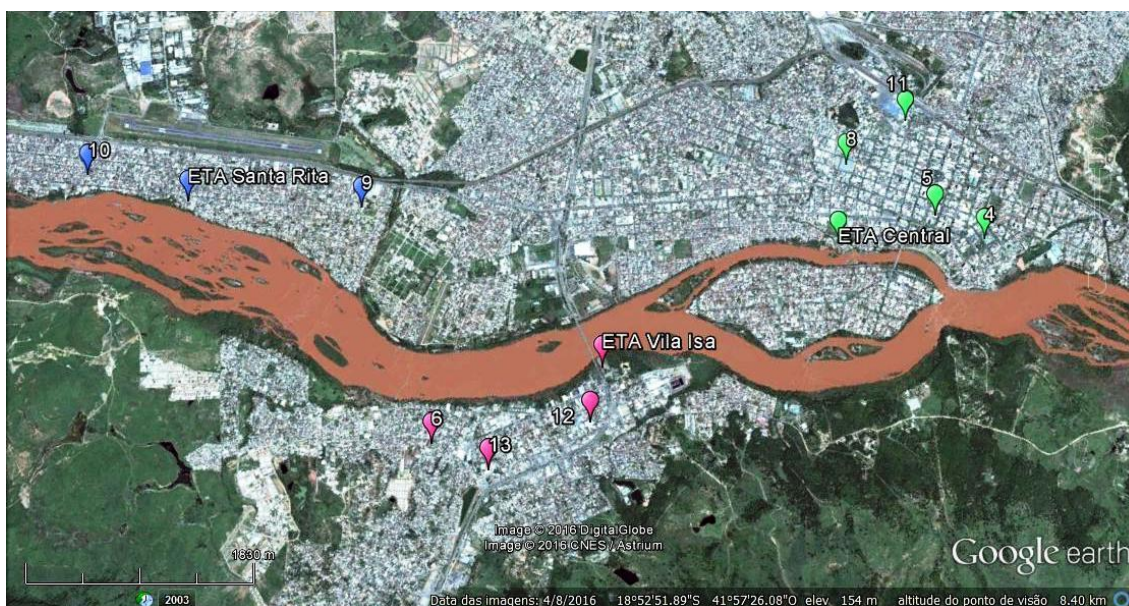


Figura 54: Plano de amostragem do MP/Julho de 2016

Fonte: MPMG, 2016

Verificou-se que não foram detectados, na saída das ETAs (Central, Vila Isa e Santa Rita) e nem na rede de distribuição, metais tóxicos e prejudiciais à saúde humana em concentrações superiores aos padrões de potabilidade, tais como os metais pesados: arsênio, bário, cádmio, chumbo, cobre, cromo, mercúrio, níquel e selênio.

Entretanto, o alumínio apresentou, na saída das ETAs e em quase todos os pontos de amostragem na rede de distribuição, com exceção dos pontos 10 e 11 (Tabela 21) concentrações acima dos limites estabelecidos na Portaria MS No 2914/2011. Ressalta-se que, mesmo após o procedimento de retrolavagem dos filtros, a concentração deste parâmetro permaneceu, na saída da ETA – Central, superior ao padrão de potabilidade (MPMG, 2016).

**Tabela 21: Concentração de alumínio dissolvido nos pontos analisados**

Ponto	Concentração de Alumínio (mg/L)	Padrão de Potabilidade (mg/L) – Portaria 2914/11
Ponto 1 – Saída da ETA – Central	0,64	0,20
Ponto 2 – Saída da ETA – Santa Rita	0,41	0,20
Ponto 3 – Saída da ETA – Vila Isa	0,42	0,20
Ponto 4 – Policlínica Central	0,54	0,20
Ponto 5 – Edifício Pioneiro	0,51	0,20
Ponto 6 – Escola Prof. Ronaldo Perim	0,50	0,20
Ponto 7 – Saída da ETA – Central, após a retrolavagem dos filtros	0,37	0,20
Ponto 8 – Mercado Municipal	0,42	0,20
Ponto 9 – Escola Helvécio Dame	0,51	0,20
Ponto 10 – Res.de Julieta Botelho	0,20	0,20
Ponto 11 – Hospital N.S. Graças	0,17	0,20
Ponto 12 – Igreja N.S. Fátima	0,34	0,20
Ponto 13 – Hospital Bom Samaritano	0,49	0,20

Fonte: MPMG, 2016

O padrão de potabilidade do alumínio é 0,2 mg/L, o qual foi proposto não por critérios relacionados à saúde, mas, principalmente, por que o alumínio altera o aspecto e o gosto da água. No entanto, já foi comprovado que o alumínio é uma substância extremamente neurotóxica, conforme constatado em inúmeros experimentos realizados em animais e humanos, sendo que o primeiro estudo científico, que demonstrou a neurotoxicidade do alumínio, foi

realizado há mais de 100 anos por Siem e Döllken (FLATEN, T. P., 2001 apud MPMG, 2016).

Em um dos trabalhos científicos mais completos sobre este tema (RONDEAU *et al.*, 2008 apud MPMG, 2016), foi constatado que, a partir de valores superiores ou iguais a 0,1 mg/L de alumínio na água, o risco de demência e declínio cognitivo aumenta. Ademais, a encefalopatia é uma das principais manifestações observadas que indicam a neurotoxicidade do alumínio uma vez que prova que este elemento é capaz de se acumular no cérebro e induzir degeneração neurofibrilar e morte neuronal. Em outro estudo publicado em 1973 foi demonstrado que os pacientes com Mal de Alzheimer apresentavam concentrações de alumínio no cérebro 2 a 3 vezes maiores do que em indivíduos saudáveis (GUPTA, *et al.*, 2005 apud MPMG, 2016).

Cabe salientar que a grande preocupação despertada pela presença do alumínio nas águas destinadas ao abastecimento público reside no fato de que ele se encontra, predominantemente, sob a forma dissolvida, conforme demonstrado em diversos estudos e, portanto, sob a forma biodisponível e potencialmente mais tóxica, devido a facilidade de ser absorvido pelo organismo (National Environmental Health Forum, 1995 apud MPMG, 2016).

Tais informações apresentadas anteriormente são, portanto, de extrema relevância, pois houve de fato uma inconformidade muito grande em relação a esse parâmetro. Em relação aos demais parâmetros analisados, somente outros dois registraram anomalias. A turbidez ultrapassou o limite de 5 NTU na saída da ETA Central (primeira amostra) e no ponto 4, sendo registrados 8,10 e 5,5 NTU respectivamente. Já na saída da ETA Vila Isa foi constada a presença de coliformes totais, que segundo a Portaria do MS, devem ser ausentes.

### **10.3. Alterações na operação e nos processos de tratamento das estações**

Como já foi apresentado anteriormente, existem 5 estações de tratamento de água em Governador Valadares que captam e tratam a água do Rio Doce: ETA Central, ETA Vila Isa, ETA Santa Rita, ETA Recanto dos

Sonhos e ETA São Vitor (Figura 55). Juntas elas possuem capacidade para tratar 1.213 litros de água.



**Figura 55: Localização das ETAs que captam água do Rio Doce**  
**Fonte: Ministério Público, 2016**

O impacto imediato sobre as estações foi a interrupção da captação em todas as 5 ETAs no dia 9 de Novembro, paralisação que durou 7 dias. Para que as estações voltassem a operar foram realizadas algumas alterações nos processos de tratamento, sendo que a primeira medida tomada pelo SAAE foi utilizar o Polímero de Acácia Negra, produto subsidiado pela Samarco para normalizar o sistema de abastecimento. A seguir serão apresentadas as alterações realizadas nas estações após a chegada da pluma de rejeitos em Valadares, verificadas em visita às duas maiores ETAs do município e relatadas por outras fontes consultadas.

### **10.3.1. Visita às Estações Central e Vila Isa**

Nos dias 18 e 21 de Novembro foram visitadas respectivamente a ETA Central e a ETA Vila Isa em Governador Valadares, com a finalidade de

conhecer o funcionamento e verificar as eventuais mudanças na operação das estações após a chegada dos rejeitos da barragem de Fundão. As visitas foram guiadas pelo técnico e coordenador da Estação Central. Foram escolhidas essas duas ETAs por serem as duas maiores do município e portanto, as que são mais importantes para o abastecimento da população valadarense.

#### **10.3.1.1. Estação Central**

A visita à Estação Central foi realizada no dia 18 de Novembro. Recentemente o sistema de captação da água do Rio Doce havia sido alterado da captação principal para duas bombas flutuantes (Figura 56) instaladas devido às alterações constantes no nível do Rio. O Rio Doce tem sofrido com períodos de seca que foram agravados desde 2012 e seu nível por vezes fica abaixo da captação de água principal, diminuindo a vazão de água tratada. As duas bombas, cada uma com capacidade de 300 L/s foram instaladas em Setembro. No dia da visita à ETA Central, no entanto, essas duas bombas haviam sido desativadas, pois não haviam sido corretamente içadas, correndo o risco de serem levadas pela correnteza do Rio. A captação estava sendo feita pelo sistema principal (Figura 57), passando pelo desarenador.



**Figura 56: Bombas flutuantes para captação de água bruta na ETA Central**  
Fonte: Portal Confluências, 2016



**Figura 57: Captação Principal da ETA Central**  
**Fonte: Acervo Próprio, 2016**

Em Novembro, o volume de chuvas começa aumentar muito em Governador Valadares, sendo esse o mês com maior índice de pluviosidade no ano inteiro. No dia 6 de Setembro de 2016, o nível de água do Rio Doce chegou a um estado crítico de 38 cm negativos de acordo com a medição da régua do SAAE. No dia 13 de Novembro a cota do Rio estava em 99 cm e no dia 17 chegou a 262 cm, ou seja, uma elevação de 1,63m em 4 dias (dados do Sistema de Visualização dos Dados Telemétricos da ANA). Esse grande volume de chuvas que começa no mês de Novembro é responsável por aumentar a vazão do rio, o que é um aspecto positivo, pois a demanda de captação de água do município é muito alta e o Rio Doce tem passado por períodos de nível muito baixo devido às secas. Por outro lado, isso ocasiona o carregamento de materiais e revolvimento dos rejeitos sedimentados na calha e margens do rio, aumentando a quantidade de sólidos suspensos e consequentemente, a turbidez. Isso acarreta em várias consequências para o funcionamento da Estação Central.

Após passar por um gradeamento primário, a água bruta passa por um desarenador (Figura 58) que remove as partículas de areia e outros

sedimentos. Com o aumento significativo de sedimentos no Rio Doce, o desarenador acaba gerando um acúmulo de rejeito que é removido periodicamente e depositado ao lado do mesmo (Figura 59). Esse lodo resultante da lama proveniente da barragem de Fundão não recebe nenhum tratamento atualmente e se encontra parado na estação, sem possuir uma destinação definida.



**Figura 58: Desarenador da ETA Central**  
**Fonte: Acervo Próprio, 2016**



**Figura 59: Acúmulo de rejeitos retirados do desarenador**  
**Fonte: Acervo Próprio, 2016**

Após o desarenador a água é bombeada para a Calha Parshal onde recebe a adição de sulfato de alumínio líquido que age como coagulante (Figura 60 e 61). No dia 18 de Novembro, às 10h25, a vazão de água na Calha Parshal era de 803 L/s. Quanto maior a vazão e quanto maior a turbidez da água, maior a quantidade de sulfato de alumínio que deve ser adicionada para se ter a coagulação necessária. Essa quantidade é definida no laboratório da própria estação através de dados quantitativos tabulados e por meio do Jar-Test. Logo após a chegada da pluma de rejeitos em Governador Valadares, quando os níveis de turbidez estavam extremamente elevados, o SAAE passou a utilizar nas estações que captam água do Rio Doce, outro produto como coagulante, o polímero de Acácia Negra.



**Figura 60: Entrada de água bruta na ETA**  
Fonte: Acervo Próprio, 2016



**Figura 61: Dosagem de sulfato de alumínio na Calha Parshal**  
Fonte: Acervo Próprio, 2016

O polímero de Acácia Negra é desenvolvido e vendido pela empresa gaúcha Tanac, a única a detentora da patente para produzir a substância. A planta Acácia Negra é natural da Austrália e foi introduzida no Rio Grande do Sul por melhor se adaptar as condições climáticas da região. O polímero é obtido através do uso de autoclaves que por meio de altas pressões e temperaturas consegue extrair o tanino da casca da Acácia Negra, que é processado até ser transformado no produto final. O fornecimento desse coagulante foi de responsabilidade da Samarco, sendo um produto relativamente caro para ser adquirido pelo próprio SAAE. O polímero de Acácia Negra foi utilizado durante o período de picos de turbidez no Rio Doce no mês de novembro de 2015, porém atualmente é utilizado esporadicamente. Durante

a visita à ETA Central foi constatado que o coagulante que estava sendo utilizado era o sulfato de alumínio.

É evidente a elevada turbidez e cor da água bruta que é captada. As características atuais do Rio Doce exigem maior eficiência no tratamento e constante monitoramento dos parâmetros físico-químicos, pois estes podem sofrer alterações com frequência muito maior do que anteriormente a chegada dos rejeitos em Valadares. Como foi dito anteriormente, o nível de turbidez está bastante relacionado com a vazão do rio e conseqüentemente, ao regime de chuvas na região. O pH, atualmente, também tende a sofrer maiores variações, conforme indicado pelo técnico que guiou a visita.

Após a água ser misturada com o coagulante ao passar pela Calha Parshal, ela segue para os floculadores, que também tiveram adaptações. No dia da visita estavam sendo instalados novos agitadores mecânicos para otimizar a formação dos flocos e portanto facilitar a decantação.



**Figura 62: Vista dos floculadores da ETA Central, com os novos agitadores mecânicos instalados**

**Fonte: Acervo Próprio, 2016**

Passando pelos floculadores, a água bruta é então direcionada aos tanques de decantação (Figura 63), que conforme apresentado anteriormente são divididos em 3 módulos com 2 câmaras cada, sendo que a segunda

câmara é um decantador de alta taxa: um sistema com tubos laminares que retarda o levantamento dos sedimentos. No dia da visita todos os três módulos possuíam sistema laminar na segunda câmara, diferentemente do que foi apontado anteriormente com base no PMSB de Governador Valadares.

Em um dos módulos de decantação foi inserida na primeira câmara uma tábua de madeira para a contenção dos sedimentos (Figura 64), de forma que a passagem dos flocos para a segunda câmara fosse retardada. Tal prática demonstrou ser relativamente eficiente, pois em comparação com as câmaras dos outros módulos, havia uma menor passagem de sedimentos para a segunda câmara, mas ainda assim era possível perceber uma grande quantidade de flocos. Essa passagem de sedimentos é prejudicial ao tratamento, pois promove uma sobrecarga dos filtros da estação.



**Figura 63: Vista dos 3 módulos de decantação da ETA Central**  
**Fonte: Acervo Próprio, 2016**



**Figura 64: Tábua de madeira instalada na primeira câmara de um dos módulos de decantação**

**Fonte: Acervo Próprio, 2016**

Com o aumento da carga de sedimentos, o procedimento de lavagem dos decantadores é necessário com maior frequência. Conforme informado pelo técnico do SAAE, antes do rompimento da barragem de Fundão, os decantadores eram lavados a cada dois meses, sendo que atualmente a limpeza pode ser feita de 10 em 10 dias conforme o desempenho do tratamento. O lodo gerado pelos sedimentos decantados não recebe tratamento nenhum atualmente, sendo destinado para o córrego Figueirinha. Tal prática já era realizada anteriormente, mas vale ressaltar que as características do lodo gerado atualmente são diferentes em decorrência da composição da lama de rejeitos.

Assim como o lodo dos decantadores não recebe nenhum tipo de tratamento, o efluente gerado da retrolavagem dos filtros também não é tratado. A água de lavagem é destinada para a rede de esgoto do município e consequentemente retorna in natura para o Rio Doce, já que, apesar de Governador Valadares possuir rede de esgoto, não há atualmente nenhuma Estação de Tratamento de Esgoto.



**Figura 65: Filtro da estação em processo de retrolavagem**  
**Fonte: Acervo Próprio, 2016**

Anteriormente ao evento, já se notava um sobrecarga dos filtros da estação devido a ineficiência dos decantadores, conforme exposto no PMSB elaborado em 2015. Os filtros da ETA Central são compostos por carvão vegetal, areia, seixo (de variados tamanhos) e cascalho e funcionam de forma descendente. Com o aumento dos sólidos totais suspensos na água bruta, os filtros tem sua capacidade reduzida e há uma necessidade de lavar os filtros com maior frequência. A lavagem dos filtros é feita com água tratada em contra-corrente, ou seja, há um gasto maior de água para a lavagem dos filtros, o que representa maiores gastos para o SAAE. Durante a visita pode-se acompanhar a retrolavagem de um filtro e é perceptível que há um grande volume de flocos que não foram decantados e que ficam retidos nessa etapa.

#### **10.3.1.2. ETA Vila Isa**

Como já foi apresentado anteriormente, a ETA Vila Isa é pré-fabricada em fibra de vidro e se situa na margem direita do Rio Doce (Figura 66). Ela possui quatro módulos de tratamento de água, cada um funcionando como

uma “mini-estação” com capacidade de 54 L/s cada. A ETA Vila Isa é responsável por todo o abastecimento da população que mora na margem direita do Rio Doce, sendo a única situada nessa região.



**Figura 66: Visão Geral da ETA Vila Isa**  
**Fonte: Acervo Próprio, 2016**

A operação da Estação Vila Isa não sofreu grandes alterações após o rompimento da Barragem de Fundão, a mudança mais notável foi o uso do polímero de Acácia Negra em substituição ao Sulfato de Alumínio como coagulantes, mas assim como na ETA Central, o polímero só foi utilizado em um primeiro momento quando os níveis de turbidez se encontravam muito elevado. No dia da visita, o coagulante que estava sendo utilizado era o Sulfato de Alumínio. Assim como na Estação Central, a Vila Isa também passou a ter captação através de uma bomba flutuante com capacidade de 250L/s, devido os problemas com a seca e a baixa do nível do Rio.

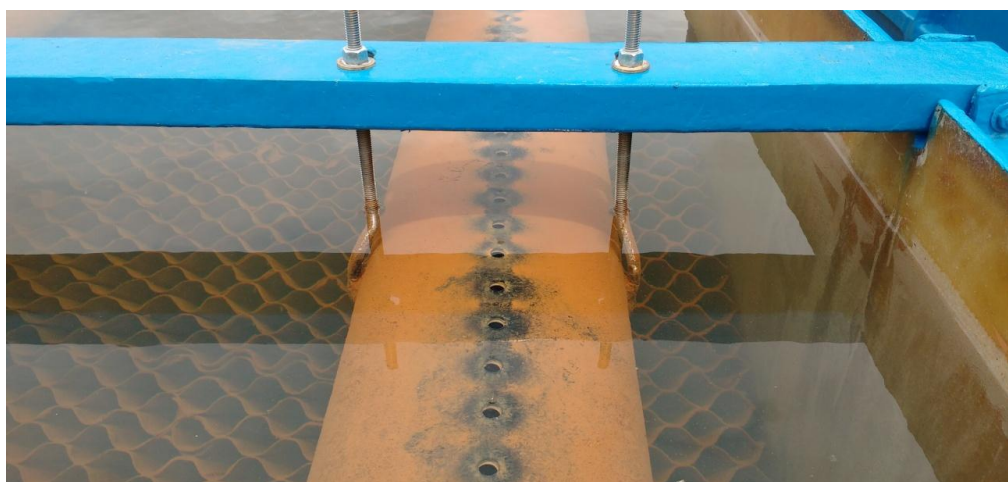
Apesar de não terem sido realizadas muitas alterações na operação da ETA, pode-se perceber, como também foi observado na ETA Central, que o aumento de sedimentos e sólidos suspensos impacta diretamente na eficiência dos processos de tratamento. Nos floculadores da estação pode-se perceber a formação de espuma na camada superficial (Figura 67), que pode ocorrer

devido à dispersão de ar pela presença de coloides (turbidez natural ou excesso de alumínio residual resultante da má condução da clarificação). (RAFFIN, 1967).



**Figura 67: Formação de espuma no floculador do primeiro módulo de tratamento**  
**Fonte: Acervo Próprio, 2016**

Embora a turbidez e a quantidade de sólidos suspensos na água tenha aumentado bastante após a chegada da pluma de rejeitos, ao passar pelo processo de decantação (em decantadores tubulares de alta taxa), a água já sai dessa etapa bastante clarificada, com quantidade de sedimentos menos aparente como é observado na ETA Central (Figura 68).



**Figura 68: Decantador do segundo módulo da estação Vila Isa**  
**Fonte: Acervo Próprio, 2016**

### **10.3.2. Outras alterações efetuadas e previstas no Sistema de Abastecimento**

Para diminuir os impactos do derramamento de lama no Rio Doce, a Samarco realizou algumas ações de contingência para garantir o abastecimento de Governador Valadares. Uma delas foi a construção de uma adutora de 2,7km para captar água no Rio Suaçuí Grande (Figura 69) e abastecer a ETA Recanto dos Sonhos, que abastece o laticínio Piracanjuba. A adutora tem vazão de 30L/s e capacidade para atender 10 mil pessoas. De acordo com a mineradora, nove poços artesianos foram perfurados em cinco municípios ao longo do rio Doce como fonte alternativa de captação de água. Um deles foi perfurado no distrito de São Vitor em Valadares, como alternativa para a comunidade.



**Figura 69: Captação alternativa no Rio Suaçuí Grande**  
**Fonte: Samarco, 2016**

A Fundação Renova criada pela Samarco para reparar, restaurar e reconstruir os danos causados pelo rompimento da barragem de Fundão é quem é responsável atualmente por ações mitigadoras. No âmbito do abastecimento de água, algumas ações e planos estão sendo feitos como parte do cumprimento do Termo de Transação de Ajustamento de Conduta (TTAC) entre Samarco, Vale S.A. e BHP Billiton com os governos Federal, Estaduais de Minas Gerais e Espírito Santo firmado em março de 2016. No TTAC são estabelecidos programas socioeconômicos e ambientais de reparação e recuperação.

Um dos estudos realizados pela Fundação Renova é a construção de uma adutora com extensão de 22 km para captar água no Rio Suaçuí Grande e

ser levada até a ETA Central para tratamento (Figura 70). A nova adutora teria capacidade de 900L/s e poderia diminuir em até 65% a dependência do Rio Doce. De acordo com a Fundação, o empreendimento considera o prazo de três anos para a execução total da obra, após cumpridas, sobretudo, as etapas de licenciamento, autorizações e engenharia.



**Figura 70: Fundação Renova anuncia a implementação da adutora em Outubro de 2016**  
**Fonte: Fundação Renova, 2016**

Para evitar e mitigar danos durante o período de chuvas (Outubro de 2016 a Março de 2017), a Fundação Renova também desenvolveu nos últimos meses, um plano focado em ações preventivas e de contingências. Foi apresentado dentro desse programa, um plano emergencial para abastecimento de água (bruta, potável e/ou mineral) para as cidades que fazem a captação de água do Rio Doce, em caso de paralisação total ou parcial das estações de tratamento.

Segundo tal plano, para o município de Governador Valadares são apresentadas as seguintes fontes Alternativas de Abastecimento: Água Tratada da COPASA de Ipatinga (110 km) e do SAAE de Governador Valadares nos distritos de Baguari (20 km), Chonin de Baixo (30 km) e na ETA de Recanto dos Sonhos (12 km), para abastecer os reservatórios da cidade e/ou água bruta dos Rios Suaçuí Grande à beira da BR-381 (15 km), Suaçuí Pequeno à beira da BR- 381(20 km) para tratamento nas estações.

O fornecimento de água potável mínima planejado para contingência é 6.000 m<sup>3</sup>/dia. Para minimizar o impacto de uma possível falta de água para a população, seriam disponibilizados 70 pontos de distribuição de água na cidade, sendo os pontos mais populosos compostos por 3 (três) reservatórios de 20.000 litros cada um e os menos populosos por 2 (dois) reservatórios cada. A Fundação Renova declarou através do plano, que até o final do mês de outubro seriam definidos os pontos de instalação das caixas em conjunto com a Defesa Civil, devendo ser priorizados os pontos com maior elevação. Cada reservatório conteria no mínimo 5 (cinco torneiras) de modo a agilizar a distribuição e a priorização no abastecimento em hospitais, escolas e presídios será adotada.

A quantidade estimada de caminhões pipa para suprir a demanda seria de 6 caminhões de 20 m<sup>3</sup> exclusivo para escolas, presídios, creches, hospitais e 150 caminhões de 20 m<sup>3</sup> para atender o restante da cidade. A mobilização dos caminhões pipas seria de 20 caminhões em até 36 horas e 20 caminhões a cada 48 horas, até a quantidade estimada.

## 11. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os dados apresentados no item anterior revelam que houve, de fato, um impacto muito grande no abastecimento de água do município de Governador Valadares em decorrência do rompimento da Barragem de Fundão. Já se sabia num primeiro instante dos impactos iniciais causados pelo sinistro da barragem, que foi apontado e confirmado em vários laudos oficiais divulgados por órgãos ambientais de fiscalização federais e estaduais.

O impacto imediato mais expressivo foi a interrupção do abastecimento de água por um período de 7 dias, que ocasionou vários transtornos a população, que teve de enfrentar filas para receber doações de água mineral e mudou sua rotina em função do desastre. A interrupção também causou grandes prejuízos à economia do município, prejudicando a arrecadação do SAAE e interrompendo a operação de algumas indústrias.

Pode-se perceber que os efeitos da interrupção do abastecimento foram perpetuados ao longo do tempo, já que a população passou a ter grande desconfiança em relação à qualidade da água do SAAE. O aumento da tarifa e envolvimento de funcionários afastados do SAAE em esquemas de corrupção (Operação Mar de Lama) só contribuíram para que os moradores de Valadares deixassem de consumir a água encanada para fins mais nobres. Em reflexo disso, o consumo e a procura de água mineral aumentou muito na cidade, favorecendo o surgimento de negócios (alguns irregulares) e diminuindo em 15% a quantidade de água potável tratada pelo SAAE consumida nas residências.

Os parâmetros de qualidade da água também sofreram alterações. Os efeitos da pluma de rejeitos sobre água do Rio Doce podem ser observados até hoje, sendo perceptíveis mesmo a olho nu (Figura 71), a respeito da cor marrom-alaranjada e a turbidez. Foram observados em vários períodos entre o desastre e o momento atual, mesmo após meses decorridos, a ultrapassagem de vários limites estabelecidos para um rio Classe 2, notadamente a turbidez, sólidos suspensos, alumínio dissolvido, manganês total e ferro dissolvido. Com base em tal fato pode-se questionar o atual manejo dos recursos hídricos da Bacia, pois além da contaminação do Rio Doce pela lama da Samarco, os

mananciais da Bacia do Rio doce sofrem com outras fontes de poluição, principalmente o lançamento de esgoto sem tratamento nos rios.



**Figura 71: Vista do Rio Doce da tomada de água da ETA Central, no dia 18/11/2016**  
**Fonte: Acervo Próprio, 2016**

A alteração das características da água bruta impacta diretamente sobre os processos de tratamento das ETAs, como foi apresentado anteriormente. A passagem da pluma de rejeitos aumentou muito a concentração de sedimentos do Rio Doce, que podem oscilar principalmente em decorrência das chuvas, que revolvem os sedimentos depositados na calha do rio. Esse aumento de sedimentos fez com que alguns processos sofressem alterações. Logo após o acidente, a mudança mais notável foi a utilização do polímero de acácia negra, que possibilitou o tratamento da água mesmo com níveis de turbidez elevadíssimos. O desempenho da ETA Central, principalmente, foi prejudicado com a presença dos rejeitos no rio: a concentração de lodo no desarenador aumentou muito, os decantadores permitem a passagem de flocos e os filtros são sobrecarregados. Frente a isso foram feitas algumas modificações nas etapas de tratamento conforme apresentado no item 9.3.1.1. Ainda assim, a ETA Central possui algumas deficiências que não são supridas, e a lama de rejeitos só agravou alguns problemas já existentes na estação, como o lançamento de lodo sem tratamento no manancial.

Outros componentes do sistema de abastecimento também sofreram alteração, com especial atenção para a adutora construída para abastecer a

ETA Recanto dos Sonhos com água do Rio Suaçuí Grande. A Samarco tem realizado estudos e ações mitigadoras através da Fundação Renova, mas a principal obra que traria uma alternativa para a captação da água do Rio Doce – a construção de uma adutora para a ETA Central ainda está em fase de projeto e irá levar um tempo considerável para ser concretizada.

A respeito do impacto da pluma de rejeitos sobre o tratamento de água, pode-se também afirmar que a qualidade da água tratada pelo SAAE sofreu alterações. Em um primeiro momento após o desastre, as anomalias verificadas pelo laudo do Ministério Público impactaram diretamente sobre a cor, o odor e sabor da água, o que foi alvo de críticas da população. Os laudos apresentados pelo SAAE e pela Samarco confirmam sempre que a água tratada da ETA Central, que abastece 70% da população, está conforme com os padrões de qualidade da Portaria 2.914, com pouquíssimas anomalias observadas. Porém, o laudo apresentado pelo MP em Julho traz preocupações muito grandes principalmente sobre a concentração de alumínio da água, que comprovadamente pode causar sérios problemas à saúde pública.

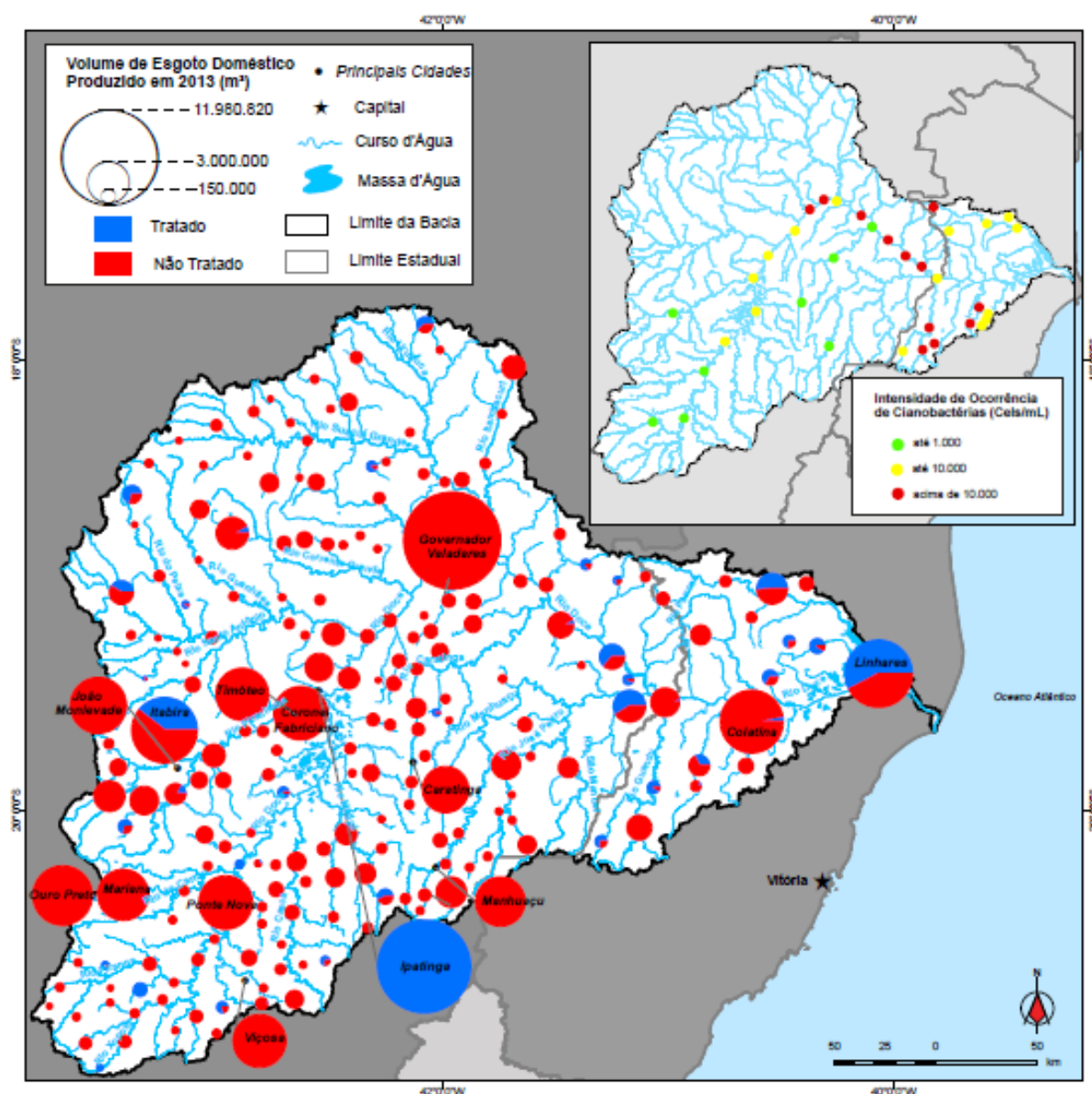
Segundo o laudo do MP, os níveis de alumínio foram excedidos na saída das 3 ETAs analisadas: Central, Santa Rita e Vila Isa. Tal fato pode não estar relacionado às características físico-químicas da água, mas sim ao excesso da utilização do Sulfato de Alumínio como coagulante, que resulta na formação de alumínio residual na água tratada. Para a confirmação das inconformidades apresentadas pelo MP em Julho seriam necessários um monitoramento constante e realização de outras análises por outros órgãos competentes que tivessem interesses neutros. Apesar do SAAE, da Samarco e do Ministério Público afirmarem que as análises foram feitas por laboratórios certificados, os interesses contrários de tais entidades podem afetar a abordagem feita nas análises, que como apresentadas, tendem a corroborar com cada um deles: a Samarco insiste em afirmar a potabilidade da água para se isentar, de certa forma, da responsabilidade dos impactos causados pela mineradora; o SAAE afirma que a água está dentro dos padrões exigidos, pois precisa fornecer água de qualidade à população; e o Ministério Público, que vem promovendo ações judiciais contra a Samarco, busca comprovar que a água não está própria para consumo.

A intenção inicial, ao realizar este trabalho, era de realizar coletas e análises da água bruta e tratada de Governador Valadares, o que não foi concretizado pela inviabilidade dessa ação, e também pelo fato de que foram encontrados vários laudos que pudessem sustentar os objetivos definidos inicialmente. Apesar disso, a realização de análises seria interessante para essas serem confrontadas com os dados atualmente disponíveis. De forma geral, é comprovado sim que a água tratada sofreu com os impactos da lama de rejeitos no abastecimento de água de Valadares, mas faltam dados mais precisos e contínuos sobre as alterações nos parâmetros físico-químicos e análises mais profundas para se ter uma dimensão realística de qual foi esse impacto.

## 12. CONCLUSÃO

Concluindo, com base nas análises feitas a partir das informações previamente levantadas e com as observações feitas in loco durante a visita à Governador Valadares, é possível afirmar com muita clareza que o rompimento da Barragem de Fundão afetou o abastecimento de água de Governador Valadares de várias formas. Conforme já foi discutido, os impactos causados pelo sinistro da barragem não se restringem aos primeiros momentos logo após o rompimento de Fundão, mas se estendem a médio e longo prazo, alterando os parâmetros físico-químicos da água bruta e tratada, provocando alterações na operação das estações de tratamento de água, motivando a busca de captações alternativas para abastecimento, causando desconfiança da população em relação à água tratada e mudando os hábitos de consumo. Sendo assim, é possível concluir que os objetivos previamente estabelecidos foram alcançados.

Além dos impactos já expostos, é possível afirmar que o abastecimento de água de Governador Valadares também está comprometido por outros fatores que não são relacionados ao rompimento da barragem de Fundão, mas que são agravados pelo ocorrido. Assim como a grande maioria dos municípios que fazem parte da Bacia do Rio Doce (Figura 72), Governador Valadares não trata o esgoto coletado na cidade, o que contribui muito para a poluição do manancial. As ETAs não tratam seu lodo e os resíduos da retrolavagem dos filtros, direcionando-os para o Rio Doce sem tratamento. A ETA Central, a maior de Valadares, destina grandes quantidades de lodo ao manancial, que é utilizado à jusante para captação das ETAs Recanto dos Sonhos e São Vitor. Com a chegada da pluma de rejeitos de Fundão, esses materiais possuem potencial poluidor ainda maior. Outros problemas com o manancial também já foram observados em Governador Valadares, como a ocorrência de cianobactérias, que são tóxicas.



**Figura 72: Situação do tratamento de esgoto e ocorrência de cianobactérias na Bacia do Rio Doce**  
**Fonte: ANA, 2015**

Além dos problemas de poluição com o Rio Doce, outros mananciais também encontram-se com altos níveis de poluição, sobretudo os córregos que atravessam o distrito urbano de Valadares. Essa situação ainda é agravada pela seca que assola os municípios da Bacia do Rio Doce desde 2012, diminuindo a disponibilidade de água nos corpos hídricos, que apresentam níveis baixíssimos de água no inverno, período de seca. Sendo assim, a captação alternativa ao Rio Doce também é um desafio, visto que o município de Governador Valadares é bastante populoso e devido às altas temperaturas, consome muita água.

Dessa forma é possível afirmar que a longo prazo, o abastecimento de água na Bacia do Rio Doce, pode se tornar um problema muito grande em consequência tanto da má gestão dos recursos hídricos e da falta de saneamento adequado, quanto do rompimento da Barragem de Fundão. O desastre em Mariana contribui para a degradação do Rio Doce e por isso são necessárias ações mais concretas para a recuperação da Bacia, que deveriam ser pensadas em conjunto pela Samarco e pelos órgãos ambientais. Ações que englobam, por exemplo, a construção de Estações de Tratamento de Esgoto, monitoramentos constantes da água tratada, recuperação da mata ciliar, campanhas de educação ambiental e uso sustentável da água, prevenção de enchentes, entre outras. Apenas com ações reparadoras e um plano adequado de manejo dos recursos hídricos a Bacia do Rio Doce poderá continuar usufruindo da água do Rio Doce com qualidade e as gerações futuras não precisarão, dessa forma, se preocupar com a falta de água em uma região tão rica desse recurso.

### 13. REFERÊNCIAS

- ALVES, Alessandra. *Moradores de Governador Valadares ainda desconfiam da qualidade da água do Rio Doce*. Portal Estado de Minas. Publicado em 05/11/2015. Disponível em [http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2016/02/05/interna\\_gerais,731701/moradores-de-governador-valadares-ainda-desconfiam-da-qualidade-da-agu.shtml](http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2016/02/05/interna_gerais,731701/moradores-de-governador-valadares-ainda-desconfiam-da-qualidade-da-agu.shtml)
- ALVES, Cida. SANTOS, Wagner. *Moradores de Valadares e Colatina ainda compram água para consumo*. Portal G1, Governador Valadares, MG. Publicado em 29/10/2016. Disponível em <http://g1.globo.com/minas-gerais/desastre-ambiental-em-mariana/noticia/2016/10/moradores-de-valadares-e-colatina-ainda-compram-agua-para-consumo.html>
- ANA - Agência Nacional de Águas: *Encarte Especial sobre a Bacia do Rio Doce – Rompimento da Barragem em Mariana/MG*, Brasília-DF, 2015. Disponível em
- ANA: *Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil – Informe 2014*. Disponível em [http://www2.ana.gov.br/Paginas/imprensa/noticia.aspx?id\\_noticia=12683](http://www2.ana.gov.br/Paginas/imprensa/noticia.aspx?id_noticia=12683)
- ANA: *Enquadramento – Bases Conceituais*. Disponível em <http://portalpnqa.ana.gov.br/enquadramento-bases-conceituais.aspx>.
- ANA: *Hidro Web – Sistema de Informações Hidrológicas*. Disponível em <http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?Tocltem=4100>
- CASTRO, Marinella: *Lama derruba economia*. Estado de Minas, Belo Horizonte, 10 de Novembro de 2015, p.17
- CESAN (Companhia Espírito Santense de Saneamento): *Apostila – Tratamento de Água*. Disponível em [http://www.cesan.com.br/wp-content/uploads/2013/08/APOSTILA\\_DE\\_TRATAMENTO\\_DE\\_AGUA-.pdf](http://www.cesan.com.br/wp-content/uploads/2013/08/APOSTILA_DE_TRATAMENTO_DE_AGUA-.pdf)
- COELHO, André Luiz Nascentes. *Bacia Hidrográfica Do Rio Doce (MG/ES): Uma Análise Socioambiental Integrada*. Publicado em Revista GEOGRAFARES, nº 7, 2009.

- Consórcio Ecoplan – Lume: *Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce – Volume I*, Junho de 2010. [http://arquivos.ana.gov.br/RioDoce/EncarteRioDoce\\_22\\_03\\_2016v2.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/RioDoce/EncarteRioDoce_22_03_2016v2.pdf)
- DAMASCENO, Renan. *Em Governador Valadares, moradores começam saga em busca de água*. Portal Estado de Minas. Publicado em 12/11/2015. Disponível em [http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2015/11/12/interna\\_gerais,707064/em-valadares-a-caca-por-agua.shtml](http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2015/11/12/interna_gerais,707064/em-valadares-a-caca-por-agua.shtml)
- FERREIRA, Zana. *Distribuição de água mineral em Valadares passa a exigir CPF*. Portal G1, Vales de Minas Gerais, publicado em 30/11/2015. Disponível em <http://g1.globo.com/mg/vales-mg/noticia/2015/11/distribuicao-de-agua-mineral-em-valadares-passa-exigir-cpf.html>
- Fundação Renova: *Fundação Renova e Prefeitura de Governador Valadares anunciam adutora no Rio Suaçuí Grande*. 27 de Outubro de 2016. Disponível em <http://www.fundacaorenova.org/noticia/fundacao-renova-e-prefeitura-de-governador-valadares-anunciam-adutora-no-rio-suacui-grande/>
- Fundação Renova: *Plano de Ações para o Período Chuvoso 2016/2017*, versão 3. Belo Horizonte, 21 de Outubro de 2016. Disponível em <http://www.fundacaorenova.org/wp-content/uploads/2016/10/Plano-de-Acoes-Periodo-Chuvoso-V3.pdf>
- GONÇALVES, Ana Lúcia. *'Montanhas' de garrafas PET provocam novo dano ambiental em Governador Valadares*. Portal Hoje em Dia, publicado em 11/12/2015. Disponível em <http://hojeemdia.com.br/horizontes/montanhas-de-garrafas-pet-provocam-novo-dano-ambiental-em-governador-valadares-1.347738>
- IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis: *Laudo Técnico Preliminar - Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais*, Novembro de 2015. Disponível em [http://www.ibama.gov.br/phocadownload/noticias\\_ambientais/laudo\\_tecnico\\_preliminar.pdf](http://www.ibama.gov.br/phocadownload/noticias_ambientais/laudo_tecnico_preliminar.pdf).

- IGAM (Instituto Mineiro de Gestão das Águas): *RELATÓRIO TÉCNICO - Acompanhamento da Qualidade das Águas do Rio Doce Após o Rompimento da Barragem da Samarco no distrito de Bento Rodrigues – Mariana/MG*. 19 de Outubro de 2016, 100p.
- MAIA, Gustavo. *Desconfiada, população de Governador Valadares rejeita água captada em rio*. Portal UOL. Publicado em 18/11/2015. Disponível em: <http://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2015/11/18/desconfiada-populacao-de-governador-valadares-rejeita-agua-captada-em-rio.htm>
- Ministério da Saúde: Portaria nº2.914 de 12 de Dezembro de 2011. Disponível em <http://www.saude.mg.gov.br/images/documentos/PORTARIA%20No-%202.914,%20DE%2012%20DE%20DEZEMBRO%20DE%202011.pdf>
- Movimento Atingidos por Barragens – *Análise do MAB sobre o crime causado pelo rompimento da barragem da Samarco (Vale/BHP Billiton)*. São Paulo, SP, Setembro de 2016, 31p.
- MPMG (Ministério Público de Minas Gerais), CEAT (Central de Apoio Técnico): *Lauda Técnico ID CEAT 25985024*. Belo Horizonte, 2 de Dezembro de 2015.
- MPMG (Ministério Público de Minas Gerais), CEAT (Central de Apoio Técnico): *Lauda Técnico ID CEAT 26935311*. Belo Horizonte, 26 de Julho de 2016.
- PARANÁIBA, Guilherme. *Conta de água fica 10% mais cara em Governador Valadares*. Portal Estado de Minas. Publicado em 05/01/2016. Disponível em: [http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2016/01/05/interna\\_gerais,721842/conta-de-agua-fica-10-mais-cara-em-governador-valadares.shtml](http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2016/01/05/interna_gerais,721842/conta-de-agua-fica-10-mais-cara-em-governador-valadares.shtml)
- *Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Governador Valadares*, Prefeitura Municipal de Governador Valadares (PMGV) Elaborado por Senha Engenharia, Maio de 2015.
- Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) & Fundação João Pinheiro (FJP): *Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil*, 2013. Disponível

em [http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil\\_m/governador-valadares\\_mg](http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/governador-valadares_mg)

- RAFFIN, Millo. *Formação de Espumas em Tratamentos D'Água*. Revista DAE, edição nº64, 1967. Disponível em <http://revistadae.com.br/site/artigos/64>.
- RESOLUÇÃO CONAMA nº. 357, de 17 de março de 2005, Publicada no DOU no 53, de 18 de março de 2005, Seção 1, páginas 58-63.
- SAAE: *Resumo Mensal dos resultados das análises referentes aos parâmetros básicos de qualidade da água tratada e servida pela ETA-Central na zona urbana da cidade*. Governador Valadares, 2015/2016. Disponível em <http://www.saaegoval.com.br/>
- SAMARCO: *Estações de tratamento garantem a qualidade da água nos municípios ao longo do Rio Doce*. Publicado em 28/07/2016. Disponível em: <http://www.samarco.com/2016/07/28/estacoes-de-tratamento-garantem-qualidade-da-agua-nos-municipios-ao-longo-do-rio-doce/>
- Serviço Geológico do Brasil (CPRM): *Monitoramento Especial da Bacia do Rio Doce – Relatório II*. Belo Horizonte, Dezembro de 2015, 35p. Disponível em: [http://portal1.snirh.gov.br/arquivos/Doce/CPRM/relatorios/RT\\_02\\_2015\\_MONIT\\_ESP\\_BACIA\\_RIO\\_DOCE\\_v4\\_5.pdf](http://portal1.snirh.gov.br/arquivos/Doce/CPRM/relatorios/RT_02_2015_MONIT_ESP_BACIA_RIO_DOCE_v4_5.pdf)
- Wikipédia: Governador Valadares. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Governador\\_Valadares](https://pt.wikipedia.org/wiki/Governador_Valadares)

## 14. ANEXOS

### ANEXO I:

#### I. **Classe Especial:** águas destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
- b) a preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas;
- e,
- c) a 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) a proteção das comunidades aquáticas;
- c) a recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;
- d) a 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) a 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) a proteção das comunidades aquáticas;
- c) a recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;
- d) a 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) a aquicultura e a atividade de pesca.

#### IV. **Classe 3:** águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;

- b) a irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) a pesca amadora;
- d) a recreação de contato secundário; e
- e) a dessedentação de animais.

**V. Classe 4:** águas que podem ser destinadas:

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

Art. 14. As águas doces de classe 1 observarão as seguintes condições e padrões:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido.

b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;

e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;

f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CO-NAMA nº 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 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;

h) DBO 5 dias a 20°C até 3 mg/L O<sub>2</sub>;

i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O<sub>2</sub>;

j) turbidez até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT);

l) cor verdadeira: nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/L; e

m) pH: 6,0 a 9,0.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA I - CLASSE 1 - ÁGUAS DOCES	
PADRÕES	
Parâmetros	Valor máximo
Clorofila <i>a</i>	10 µg/L
Densidade de cianobactérias	20.000 cel/mL ou 2 mm <sup>3</sup> /L
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L
Parâmetros inorgânicos	Valor máximo
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al
Antimônio	0,005mg/L Sb
Arsênio total	0,01 mg/L As
Bário total	0,7 mg/L Ba
Bérblio total	0,04 mg/L Be
Boro total	0,5 mg/L B
Cádmio total	0,001 mg/L Cd
Chumbo total	0,01mg/L Pb
Cianeto livre	0,005 mg/L CN
Cloreto total	250 mg/L Cl
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobalto total	0,05 mg/L Co
Cobre dissolvido	0,009 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total (ambiente lêntico)	0,020 mg/L P
Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico)	0,025 mg/L P
Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	0,1 mg/L P
Lítio total	2,5 mg/L Li
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercúrio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	10,0 mg/L N
Nitrito	1,0 mg/L N

Nitrogênio amoniacal total	3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5 <sup>66</sup> 2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 mg/L N, para pH > 8,5
Prata total	0,01 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfato total	250 mg/L SO <sub>4</sub>
Sulfeto (H <sub>2</sub> S não dissociado)	0,002 mg/L S
Urânio total	0,02 mg/L U
Vanádio total	0,1 mg/L V
Zinco total	0,18 mg/L Zn
Parâmetros orgânicos	Valor máximo
Acrilamida	0,5 µg/L
Alacloro	20 µg/L
Aldrin + Dieldrin	0,005 µg/L
Atrazina	2 µg/L
Benzeno	0,005 mg/L
Benzidina	0,001 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,05 µg/L
Benzo(a)pireno	0,05 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,05 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,05 µg/L
Carbaril	0,02 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,04 µg/L
2-Clorofenol	0,1 µg/L
Criseno	0,05 µg/L
2,4-D	4,0 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,05 µg/L
1,2-Dicloroetano	0,01 mg/L
1,1-Dicloroetano	0,003 mg/L
2,4-Diclorofenol	0,3 µg/L
Diclorometano	0,02 mg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0,002 µg/L
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (α + β + sulfato) <sup>67</sup>	0,056 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Estireno	0,02 mg/L
Etilbenzeno	90,0 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003 mg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Glifosato	65 µg/L
Gutíon	0,005 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,01 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,0065 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,05 µg/L
Lindano (γ-HCH) <sup>68</sup>	0,02 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metolacloro	10 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L
Paration	0,04 µg/L

66 Retificado no DOU nº 87, de 9 de maio de 2005, pág. 44.

67 Retificado no DOU nº 87, de 9 de maio de 2005, pág. 44.

68 Retificado no DOU nº 87, de 9 de maio de 2005, pág. 44.

PCBs - Bifenilas policloradas	0,001 µg/L
Pentaclorofenol	0,009 mg/L
Simazina	2,0 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,5 mg/L LAS
2,4,5-T	2,0 µg/L
Tetracloroeto de carbono	0,002 mg/L
Tetracloroeteno	0,01 mg/L
Tolueno	2,0 µg/L
Toxafeno	0,01 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	0,063 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	0,02 mg/L
Tricloroeteno	0,03 mg/L
2,4,6-Triclorofenol	0,01 mg/L
Trifluralina	0,2 µg/L
Xileno	300 µg/L

III - Nas águas doces onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões estabelecidos no inciso II deste artigo, aplicam-se os seguintes padrões em substituição ou adicionalmente:

<b>TABELA II - CLASSE 1 - ÁGUAS DOCES</b>	
<b>PADRÕES para CORPOS DE ÁGUA ONDE HAJA pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo intensivo</b>	
<b>Parâmetros inorgânicos</b>	<b>Valor máximo</b>
Arsênio total	0,14 µg/L As
Parâmetros orgânicos	Valor máximo
Benzidina	0,0002 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,018 µg/L
Benzo(a)pireno	0,018 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,018 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,018 µg/L
Criseno	0,018 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,018 µg/L
3,3-Diclorobenzidina	0,028 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,00029 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,018 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas	0,000064 µg/L
Pentaclorofenol	3,0 µg/L
Tetracloroeto de carbono	1,6 µg/L
Tetracloroeteno	3,3 µg/L
Toxafeno	0,00028 µg/L
2,4,6-triclorofenol	2,4 µg/L

Art 15. Aplicam-se às águas doces de classe 2 as condições e padrões da classe 1 previstos no artigo anterior, à exceção do seguinte:

I - não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;

II - 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;

III - cor verdadeira: até 75 mg Pt/L;

IV - turbidez: até 100 UNT;

V - DBO 5 dias a 20°C: até 5 mg/L O<sub>2</sub>;

VI - OD, em qualquer amostra: não inferior a 5 mg/L O<sub>2</sub>;

VII - clorofila *a*: até 30 µg/L;<sup>69</sup>

VIII - densidade de cianobactérias: até 50000 cel/mL ou 5 mm<sup>3</sup>/L; e,

IX - fósforo total:

a) até 0,030 mg/L, em ambientes lênticos; e,

b) até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico.

## ANEXO II:

Tabela de padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde (Portaria MS 2.914)

Parâmetro	CAS(1)	Unidade	VMP(2)
<b>INORGÂNICAS</b>			
Antimônio	7440-36-0	mg/L	0,005
Arsênio	7440-38-2	mg/L	0,01
Bário	7440-39-3	mg/L	0,7
Cádmio	7440-43-9	mg/L	0,005
Chumbo	7439-92-1	mg/L	0,01
Cianeto	57-12-5	mg/L	0,07
Cobre	7440-50-8	mg/L	2
Cromo	7440-47-3	mg/L	0,05
Fluoreto	7782-41-4	mg/L	1,5
Mercúrio	7439-97-6	mg/L	0,001
Níquel	7440-02-0	mg/L	0,07
Nitrato (como N)	14797-55-8	mg/L	10
Nitrito (como N)	14797-65-0	mg/L	1
Selênio	7782-49-2	mg/L	0,01
Urânio	7440-61-1	mg/L	0,03
<b>ORGÂNICAS</b>			
Acrilamida	79-06-1	µg/L	0,5
Benzeno	71-43-2	µg/L	5
Benzo[a]pireno	50-32-8	µg/L	0,7
Cloreto de Vinila	75-01-4	µg/L	2
1,2 Dicloroetano	107-06-2	µg/L	10
1,1 Dicloroetano	75-35-4	µg/L	30
1,2 Dicloroetano (cis + trans)	156-59-2 (cis) 156-60-5 (trans)	µg/L	50
Diclorometano	75-09-2	µg/L	20
Di(2-etilhexil) ftalato	117-81-7	µg/L	8
Estireno	100-42-5	µg/L	20
Pentaclorofenol	87-86-5	µg/L	9
Tetracloroeto de Carbono	56-23-5	µg/L	4
Tetracloroetano	127-18-4	µg/L	40
Triclorobenzenos	1,2,4-TCB (120-82-1) 1,3,5-TCB (108-70-3) 1,2,3-TCB (87-61-6)	µg/L	20

Tricloroeteno	79-01-6	µg/L	20
AGROTÓXICOS			
2,4 D + 2,4,5 T	94-75-7 (2,4 D) 93-76-5 (2,4,5 T)	µg/L	30
Alaclor	15972-60-8	µg/L	20
Aldicarbe + Aldicarbesulfona +Aldicarbesulfóxido	116-06-3 (aldicarbe) 1646-88-4 (aldicarbesulfona)	µg/L	10
	1646-87-3 (aldicarbe sulfóxido)		
Aldrin + Dieldrin	309-00-2 (aldrin) 60-57-1 (dieldrin)	µg/L	0,03
Atrazina	1912-24-9	µg/L	2
Carbendazim + benomil	10605-21-7 (carbendazim) 17804-35-2 (benomil)	µg/L	120
Carbofurano	1563-66-2	µg/L	7
Clordano	5103-74-2	µg/L	0,2
Clorpirifós + clorpirifós-oxon	2921-88-2 (clorpirifós) 5598-15-2 (clorpirifós-oxon)	µg/L	30
DDT+DDD+DDE	p, p'-DDT (50-29-3) p, p'-DDD (72-54-8) p, p'-DDE (72-55-9)	µg/L	1
Diuron	330-54-1	µg/L	90
Endossulfan (α β e sais) (3)	115-29-7; I (959-98-8); II (33213-65-9); sulfato (1031-07-8)	µg/L	20
Endrin	72-20-8	µg/L	0,6
Glifosato + AMPA	1071-83-6 (glifosato) 1066-51-9 (AMPA)	µg/L	500
Lindano (gama HCH) (4)	58-89-9	µg/L	2
Mancozebe	8018-01-7	µg/L	180

Metamidofós	10265-92-6	µg/L	12
Metolacloro	51218-45-2	µg/L	10
Molinato	2212-67-1	µg/L	6
Parationa Metílica	298-00-0	µg/L	9
Pendimentalina	40487-42-1	µg/L	20
Permetrina	52645-53-1	µg/L	20
Profenofós	41198-08-7	µg/L	60
Simazina	122-34-9	µg/L	2
Tebuconazol	107534-96-3	µg/L	180
Terbufós	13071-79-9	µg/L	1,2
Trifluralina	1582-09-8	µg/L	20
<b>DESINFETANTES E PRODUTOS SECUNDÁRIOS DA DESINFECÇÃO(5)</b>			
Ácidos haloacéticos total	(6)	mg/L	0,08
Bromato	15541-45-4	mg/L	0.01
Clorito	7758-19-2	mg/L	1
Cloro residual livre	7782-50-5	mg/L	5
Cloraminas Total	0599-903	mg/L	4,0
2,4,6 Triclorofenol	88-06-2	mg/L	0,2
Trihalometanos Total	(7)	mg/L	0,1

**NOTAS:**

(1) CAS é o número de referência de compostos e substâncias químicas adotado pelo Chemical Abstract Service.

(2) Valor Máximo Permitido.

(3) Somatório dos isômeros alfa, beta e os sais de endossulfan, como exemplo o sulfato de endossulfan.

(4) Esse parâmetro é usualmente e equivocadamente conhecido como BHC.

(5) Análise exigida de acordo com o desinfetante utilizado.

(6) Ácidos haloacéticos: Ácido monocloroacético (MCAA) - CAS = 79-11-8, Ácido monobromoacético (MBAA) - CAS = 79-08-3, Ácido dicloroacético (DCAA) - CAS = 79-43-6, Ácido 2,2 - dicloropropiônico (DALAPON) - CAS = 75-99-0, Ácido tricloroacético (TCAA) - CAS = 76-03-9, Ácido bromocloroacético (BCAA) CAS = 5589-96-3, 1,2,3, tricloropropano (PI) - CAS = 96-18-4, Ácido dibromoacético (DBAA) - CAS = 631-64-1, e Ácido bromodicloroacético (BDCAA) - CAS = 7113-314-7.

(7) Trihalometanos: Triclorometano ou Clorofórmio (TCM) - CAS = 67-66-3, Bromodiclorometano (BDCM) - CAS = 75-27-4, Dibromoclorometano (DBCM) - CAS = 124-48-1, Tribromometano ou Bromofórmio (TBM) - CAS = 75-25-2.