



RELATÓRIO DE SITUAÇÃO SIMPLIFICADO

**BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE
– 2018 –**



Fabiano Henrique da Silva Alves

Ricardo Alcântara Valory

RELATÓRIO DE SITUAÇÃO SIMPLIFICADO

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE – 2018 –

1ª Edição

Governador Valadares-MG
Instituto BioAtlântica - IBiO
2018



Presidente

Luciane Teixeira Martins

Associação dos Municípios da Microrregião do Médio Rio Doce - ARDOCE

1º Vice-Presidente

Flamínio Guerra Guimarães

Prefeitura de Nova Era - MG

2º Vice-Presidente

Dolores Fátima Colle

Prefeitura de Sooretama - ES

Secretário

João Lages Neto

FIBRIA

Secretário Adjunto

Hernani Ciro Santana

Fundação Percival Farquhar - UNIVALE

2º Secretário Adjunto

Rander Abrão Tostes

CEMIG Geração e Transmissão S.A.

ENTIDADE DELEGATÁRIA E EQUIPARADA



Endereço: Rua Afonso Pena, 2590 – Centro
Governador Valadares – MG
CEP: 35010 – 000
Telefone: +55 (33) 3212-4350
Endereço Eletrônico: www.ibioagbdoce.org.br

ISBN - 978-85-60840-15-1

Coordenação Técnica

Ricardo Alcântara Valory

Diretor Geral
Engenheiro Agrônomo

Fabiano Henrique da Silva Alves

Diretor Técnico
Engenheiro Agrônomo
Especialista em Gestão Normativa de Recursos Hídricos

Gabriela Soares Pereira

Analista de Geoprocessamento
Engenheira Sanitarista e Ambiental
Especialista em Geoprocessamento

Luciana Figueiredo Silva

Analista de Programas e Projetos
Bióloga
Mestra em Ciências Biológicas

Taísa Gonçalves Batista

Auxiliar administrativo
Engenheira Civil
Cursando especialização em Engenharia Ambiental e Sanitária

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Doce.....	15
Figura 2 – Bacias adjacentes à Bacia Hidrográfica do Rio Doce	16
Figura 3 - Mapa dos principais acessos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce	17
Figura 4 – Classificação população urbana	18
Figura 5 – Unidades de Conservação presentes na Bacia Hidrográfica do Rio Doce	22
Figura 6 - Uso e Ocupação do Solo na Bacia Hidrográfica do Rio Doce	23
Figura 7 – Mapa de susceptibilidade à erosão na Bacia Hidrográfica do Rio Doce ..	24
Figura 8 - Mapa de localização das sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Rio Doce.	27
Figura 9 – Disponibilidade hídrica no curso principal do rio Doce	34
Figura 10 – Regiões hidrologicamente homogêneas identificadas para o estudo das vazões médias e mínimas do rio Doce.....	34
Figura 11 – Estações de Monitoramento da UGRH DO1 – Piranga.....	37
Figura 12 – Perfil do IQA na UGRH DO1 - Piranga.....	38
Figura 13 – Estações de Monitoramento da UGRH DO2 – Piracicaba	38
Figura 14 – Perfil do IQA na UGRH DO2 - Piracicaba	39
Figura 15 – Estações de Monitoramento da UGRH DO3 – Santo Antônio	40
Figura 16 – Perfil do IQA na UGRH DO3 – Santo Antônio.....	41
Figura 17 – Estações de Monitoramento da UGRH DO4 – Suaçuí.....	42
Figura 18 – Perfil do IQA na UGRH DO4 – Suaçuí	42
Figura 19 – Estações de Monitoramento da UGRH DO5 – Caratinga	43
Figura 20 – Perfil do IQA na UGRH DO5 - Caratinga	44
Figura 21 – Estações de Monitoramento da UGRH DO6 – Manhuaçu	45
Figura 22 – Perfil do IQA na UGRH DO6 - Manhuaçu	46
Figura 23 – Estações de Monitoramento da UA – Guandu	47
Figura 24 – Perfil do IQA na UA – Guandu	47
Figura 25 – Estações de Monitoramento da UA – Santa Maria do Doce	48
Figura 26 – Perfil do IQA na UA – Santa Maria do Doce	48
Figura 27 – Estações de Monitoramento da UA – São José.....	49
Figura 28 – Perfil do IQA na UA – São José	49
Figura 29 – Balanço Hídrico Quantitativo da Bacia Hidrográfica do Rio Doce	50
Figura 30 – Estações de Tratamento de Esgoto da BHDR	53

Figura 31 – Balanço Hídrico Qualitativo da Bacia Hidrográfica do Rio Doce	55
Figura 32 - Soluções de Tratamento de Esgoto da Bacia Hidrográfica do Rio Doce	57
Figura 33 – Quantidade de cadastros por cada finalidade de uso de água na Bacia Hidrográfica do Rio Doce	58
Figura 34 - Tipos de Cadastros na Bacia Hidrográfica do Rio Doce	60
Figura 35 - Percentagem e quantidade de cadastros anuais de usuários de recursos hídricos em cada comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce.....	63
Figura 36 – Evolução dos cadastros outorgados	63
Figura 37 - Vazão captada de água para as diferentes atividades na Bacia Hidrográfica do Rio Doce	65
Figura 38 - Percentual de vazão lançada na Bacia Hidrográfica do Rio Doce por atividade.	67
Figura 39 - Integração do Plano de Bacia com os demais instrumentos de gestão de recursos hídricos	75
Figura 40 – Enquadramento proposto para a Bacia Hidrográfica do Rio Doce	85
Figura 41 – Enquadramento proposto para a UGRH DO1 - Piranga	86
Figura 42 – Enquadramento proposto para a UGRH DO2 - Piracicaba	87
Figura 43 – Enquadramento proposto para a UGRH DO3 – Santo Antônio	88
Figura 44 – Enquadramento proposto para a UGRH DO4 - Suaçuí.....	89
Figura 45 – Enquadramento proposto para a UGRH DO5 - Caratinga	90
Figura 46 – Enquadramento proposto para a UGRH DO6 - Manhuaçu	91
Figura 47 – Enquadramento proposto para a UA - Guandu.....	92
Figura 48 – Enquadramento proposto para a UA – Santa Maria do Doce	93
Figura 49 – Enquadramento proposto para a UA – São José.....	94
Figura 50 - Distrito de Bento Rodrigues após o desastre causado pelo rompimento da barragem de rejeitos de Fundão /Samarco	115
Figura 51 - Área Imediatamente afetada pelo rompimento da barragem de Fundão	116
Figura 52 – Espreadimento de rejeitos e sedimentos na Várzea rio do Carmo a montante do encontro com rio Gualaxo do Norte.....	117
Figura 53 - Mortandade de peixes na área do Parque Estadual do rio Doce	124
Figura 54 - Concentrações de sólidos totais (mg L ⁻¹) entre 07/11 e 3/12/2015, na estação Rio Doce (RD072) situado na calha do rio Doce, em Minas Gerais	126

Figura 55 - Concentrações de sólidos totais (mg L^{-1}) entre 07/11 e 3/12/2015 na estação Periquito (RD083) situado na calha do rio Doce, em Minas Gerais.....	127
Figura 56 - Concentração de arsênio total na estação Periquito (RD083) situado na calha do rio Doce, em Minas Gerais	128
Figura 57 – Concentração de manganês total na estação Periquito (RD083) situado na calha do rio Doce, em Minas Gerais	128
Figura 58 – Concentração de alumínio dissolvido na estação Ipatinga (RD035) situado na calha do rio Doce, em Minas Gerais	128
Figura 59 – Concentração de cádmio total na estação Belo Oriente (RD033) situado na calha do rio Doce, em Minas Gerais	129
Figura 60 - Evolução temporal (Nov.-Dez 2015) das concentrações de chumbo total na estação Rio Doce (RDO72) situado na água da calha do rio Doce, em Minas Gerais.....	130
Figura 61 – Evolução temporal (Nov.-Dez 2015) das concentrações de níquel total na estação Barra Longa (RDO71) situado na água da calha do rio Doce, em Minas Gerais.....	130
Figura 62 – Evolução temporal (Nov.-Dez 2015) das concentrações de cromo total na estação Periquito (RDO83) situado na água da calha do rio Doce, em Minas Gerais.....	131
Figura 63 - Evolução temporal (Nov.-Dez 2015) das concentrações de mercúrio total na estação Governador Valadares (jus.) (RD045) situado na água da calha do rio Doce, em Minas	131
Figura 64 - Localização das bacias hidrográficas relacionadas ao Estado de Minas Gerais.....	135
Figura 65 - Total precipitado (mm) de 1 a 30 junho de 2016.....	137
Figura 66 - Razão entre o total precipitado de 1 a 30 junho de 2016 a média histórica de 1998 a 2014	137
Figura 67 - Total precipitado (mm) de outubro de 2015 a junho de 2016.....	138
Figura 68 - Razão entre o total precipitado de outubro de 2015 a junho de 2016 e a média histórica de 1998 a 2014	138
Figura 69 – Precipitações acumuladas de outubro a junho dos anos hidrológicos 2013/2014, 2014/2015 e 2015/2016 e a média histórica de outubro a junho	140

Figura 70 – Trecho do rio Doce que corta Colatina com baixa vazão no período de seca.....	143
Figura 71 - Gado sofre com a falta de chuvas na região Noroeste	143
Figura 72 – Enchente ocorrida pelo transbordamento do rio Caratinga na cidade de Caratinga - MG, em janeiro de 1973.	147
Figura 73 – Enchente ocorrida pelo transbordamento do rio Caratinga na cidade de Caratinga - MG, em janeiro de 1973.	147
Figura 74 – Monitoramento da Bacia Hidrográfica do Rio Doce.....	150
Figura 75 - Níveis do Rio Doce nas cidades de Governador Valadares, Colatina e Linhares no ano de 2018.....	151
Figura 76 - Elevação do nível do rio Doce em Linhares / Período 23/12/2018 a 02/01/2019	152
Figura 77 – Área de atuação. Inicialmente as bacias dos rios Piranga, Piracicaba, Sto. Antônio e Suaçuí.....	154
Figura 78 - Programas do PIRH Doce - Rio Vivo	155
Figura 79 – Área de atuação – Municípios contemplados.....	156

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - UGRHs presentes na área mineira da bacia do rio Doce e as regiões estabelecidas na área abrangida pelo Estado do Espírito Santo	27
Quadro 2 - Sub-bacias estudadas, áreas de drenagem, vazões médias e mínimas e relações percentuais entre as vazões estudadas dos rios das bacias do Doce	31
Quadro 3 – Parâmetros de Qualidade da Água do IQA e respectivo peso	35
Quadro 4 - Faixas de IQA utilizadas por estado	35
Quadro 5 – Distribuição das categorias do IQA na UGRH DO1 – Piranga	37
Quadro 6 - Distribuição das categorias do IQA na UGRH DO2 – Piracicaba	39
Quadro 7 - Distribuição das categorias do IQA na UGRH DO3 – Santo Antônio	40
Quadro 8 - Distribuição das categorias do IQA na UGRH DO4 – Suaçuí	42
Quadro 9 – Distribuição das categorias do IQA na UGRH DO5 – Caratinga	43
Quadro 10 – Distribuição das categorias do IQA na UGRH DO6 – Manhuaçu	45
Quadro 11 - Finalidade de usos de água na Bacia Hidrográfica do Rio Doce	59
Quadro 12 – Tipos de Cadastros na Bacia Hidrográfica do Rio Doce	61
Quadro 13 - Cadastro anual no período de 2002 a 2018 na Bacia Hidrográfica do Rio Doce	64
Quadro 14 - Vazão captada de água por atividade e área de abrangência na Bacia Hidrográfica do Rio Doce (m ³ /ano)	66
Quadro 15 - Vazão lançada por atividade e área de abrangência na Bacia Hidrográfica do Rio Doce (m ³ /ano)	69
Quadro 16 – Metas e Programas estabelecidos pelo PIRH Doce	76
Quadro 17 – Valores Arrecadados pela Cobrança do Uso de Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Doce	98
Quadro 18 – Eventos críticos ocorridos nos municípios localizados na Bacia Hidrográfica do Rio Doce no período entre os anos de 2003 a 2016	101
Quadro 19 – Tipos de desastres ocorridos nos municípios localizados na Bacia Hidrográfica do Rio Doce no período entre os anos de 2003 a 2016	113
Quadro 20 – Impactos ambientais nas diferentes escalas de correntes do desastre de Mariana	120
Quadro 21 – Lista de espécies de peixes ameaçados e endêmicas na Bacia Hidrográfica do Rio Doce	123

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGERH	Agência Estadual de Recursos Hídricos
AGEVAP	Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul
ANA	Agência Nacional de Águas
APP	Área de Preservação Permanente
CBH	Comitê de Bacia Hidrográfica
CNARH	Cadastro Nacional de Usuários
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
COPAM	Conselho Estadual de Política Ambiental
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CR	Situação Crítica
CTCI	Câmara Técnica de Capacitação, Informação e Mobilização Social
CTGEC	Câmara Técnica de Gestão de Eventos Críticos
CTI	Câmara Técnica de Integração
CTIL	Câmara Técnica Institucional e Legal
CTPlano	Câmara Técnica do Plano de Recursos Hídricos
DAURH	Declaração Anual de Uso de Recursos Hídricos
DBO _{5,20}	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DEA-UFV	Departamento de Engenharia Agrícola – UFRV
DO	Doce
DSR	Deslizamento de Solo e/ou Rocha
ED	Entidade Delegatária
EFVM	Estrada de Ferro Vitória Minas
EM	Em Perigo
END	Endêmica
ES	Espírito Santo
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
GT	Grupo de Trabalho
IBAMA	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBIO	Instituto BioAtlântica
ICMBIO	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IEF	Instituto Estadual de Florestas

IEMA-ES	Instituto de Meio Ambiente do Espírito Santo
IFES	Instituto Federal do Espírito Santo
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
IGEO	Inteligência Geoespacial
INCAPER	Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural
INFRAERO	Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IQA	Índice de Qualidade da Água
MG	Minas Gerais
MMA	Ministério do Meio Ambiente
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
PAP	Plano de Aplicação Plurianual
PARH	Plano de Ações de Recursos Hídricos
PCD INPE	Plataforma de Coleta de Dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
pH	Potencial Hidrogeniônico
PIRH	Plano Integrado de Recursos Hídricos
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PNSB	Política Nacional de Saneamento Básico
PNSR	Política Nacional de Saneamento Rural
PRAD	Plano de Recuperação de Áreas Degradadas
$Q_{7,10}$	Vazão específica mínima de sete dias de duração e período de retorno de 10 anos
Q_{95}	Vazão que está presente no rio durante, pelo menos, 95% do tempo.
Q_{mlp}	Vazão Média Anual
QTRM	Quedas, rolamentos e tombamentos de matacões
RBSE	Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço
RDO	Rio Doce
Romp. Colap.	Rompimento e Colapsamento
S/A	Sociedade Anônima
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
SENAI	Serviço nacional de Aprendizagem Industrial
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
UA	Unidade de Análise
UGRH	Unidade de Gestão de Recursos Hídricos

UHE	Usina Hidrelétrica
UNT	Unidade Nefelométrica de Turbidez
VU	Vulnerável

SUMÁRIO

1	INTRODUTÓRIO	14
1.1	Introdução	14
1.2	Contextualização da Bacia Hidrográfica Federal e das Bacias Estaduais	14
1.2.1	Localização	14
1.2.2	População	17
1.2.3	Economia	18
1.2.4	Características Ambientais.....	20
1.2.5	Uso do Solo e Suscetibilidade à Erosão	22
1.2.6	Informações sobre as atividades o CBH-Doce, Comitês Estaduais (MG e ES), e do IBIO	25
2	CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA	31
2.1	Balanco Hídrico	31
2.1.1	Disponibilidade Hídrica Superficial.....	31
2.1.2	Qualidade das Águas.....	35
2.1.3	Balanco Hídrico Quantitativo	50
2.1.4	Balanco Hídrico Qualitativo	52
2.2	Demandas de Usos Múltiplos	57
2.2.1	Quantidade de Usos por Finalidade por Sub-bacia.....	57
2.2.2	Evolução dos Cadastros na Bacia Hidrográfica do Rio Doce e nas Bacias Estaduais	62
2.2.3	Análise dos Cadastros de Usuários	65
2.3	Regulação e Fiscalização do Uso dos Recursos Hídricos.....	70
2.4	Implementação dos Instrumentos de Gestão	73
2.4.1	Plano Diretor de Recursos Hídricos	73
2.4.2	Enquadramento dos Corpos Hídricos	81
2.4.3	Outorga pelo Uso da Água.....	95
2.4.4	Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos	97
2.4.5	Sistema Nacional de Informações sobre os Recursos Hídricos.....	99
2.5	Registro de Eventos Críticos	100
2.5.1	Registros de Eventos Críticos na Bacia do Rio Doce	100
2.5.2	Rompimento Barragem de Rejeitos em Mariana-MG	114
2.5.3	Secas, Estiagens e Inundações	133
2.6	Ações realizadas pelo CBH/IBIO e Desafios e Perspectivas	154
2.6.1	Programa Rio Vivo	154

2.6.2	Programa de Universalização do Saneamento	158
2.6.3	Sistema de Abastecimento de Água (SAA) de Viçosa-MG	159
2.6.4	Uso Racional de Água na Agricultura	159
2.6.5	Convivência com as Cheias	160
2.6.6	Implementação de Ações previstas no Plano de Trabalho Específico do Segundo Termo Aditivo ao Contrato de Gestão 072/ANA/2011	161
REFERÊNCIAS.....		166

1 INTRODUÇÃO

1.1 Introdução

O presente documento, intitulado Relatório de Situação Simplificado da Bacia Hidrográfica do Rio Doce, foi elaborado a partir da consolidação dos itens previstos no Indicador 2B do Programa de Trabalho, Anexo I, do terceiro termo aditivo do Contrato de Gestão nº 72/ANA/2011, com o objetivo de diagnosticar a bacia apresentando aspectos atuais das características físicas e sociais da bacia, além dos instrumentos de gestão de recursos hídricos.

A elaboração do relatório consiste no atendimento ao Indicador 2B do termo aditivo supracitado, meta a ser cumprida pelo Instituto BioAtlântica – IBIO, Entidade Delegatária (ED) equipara às funções de agência da Bacia Hidrográfica do Rio Doce.

O relatório está estruturado em duas partes. A primeira apresenta uma contextualização sobre a Bacia Hidrográfica do Rio Doce e principais bacias afluentes. A segunda traz uma caracterização técnica acerca da disponibilidade e qualidade das águas, demandas e usos múltiplos, regulação e fiscalização, implementação dos instrumentos de gestão da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), registros de eventos críticos e ações do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (CBH Doce) e IBIO.

1.2 Contextualização da Bacia Hidrográfica Federal e das Bacias Estaduais

1.2.1 Localização

A bacia do rio Doce encontra-se situada na região Sudeste do País, entre os paralelos 17°45' e 21°15' S e os meridianos 39°30' e 43°45' W, compondo a região hidrográfica do Atlântico Sudeste. Possui uma área de drenagem de cerca de 86.715 km², dentre os quais 86% pertencente ao Estado de Minas Gerais e o restante ao Estado do Espírito Santo, englobando um total de 228 municípios, dos quais 211 possuem sede dentro da bacia.

O rio Doce possui suas nascentes nas serras da Mantiqueira e do Espinhaço, em Minas Gerais, e suas águas percorrem aproximadamente 850 km até atingir o Oceano Atlântico, no povoado de Regência, distrito do município de Linhares, no

Espírito Santo (Figura 1). Existem dois rios de dominialidade federal na bacia do rio Doce: o rio Doce e o rio José Pedro, afluente do rio Manhuaçu.

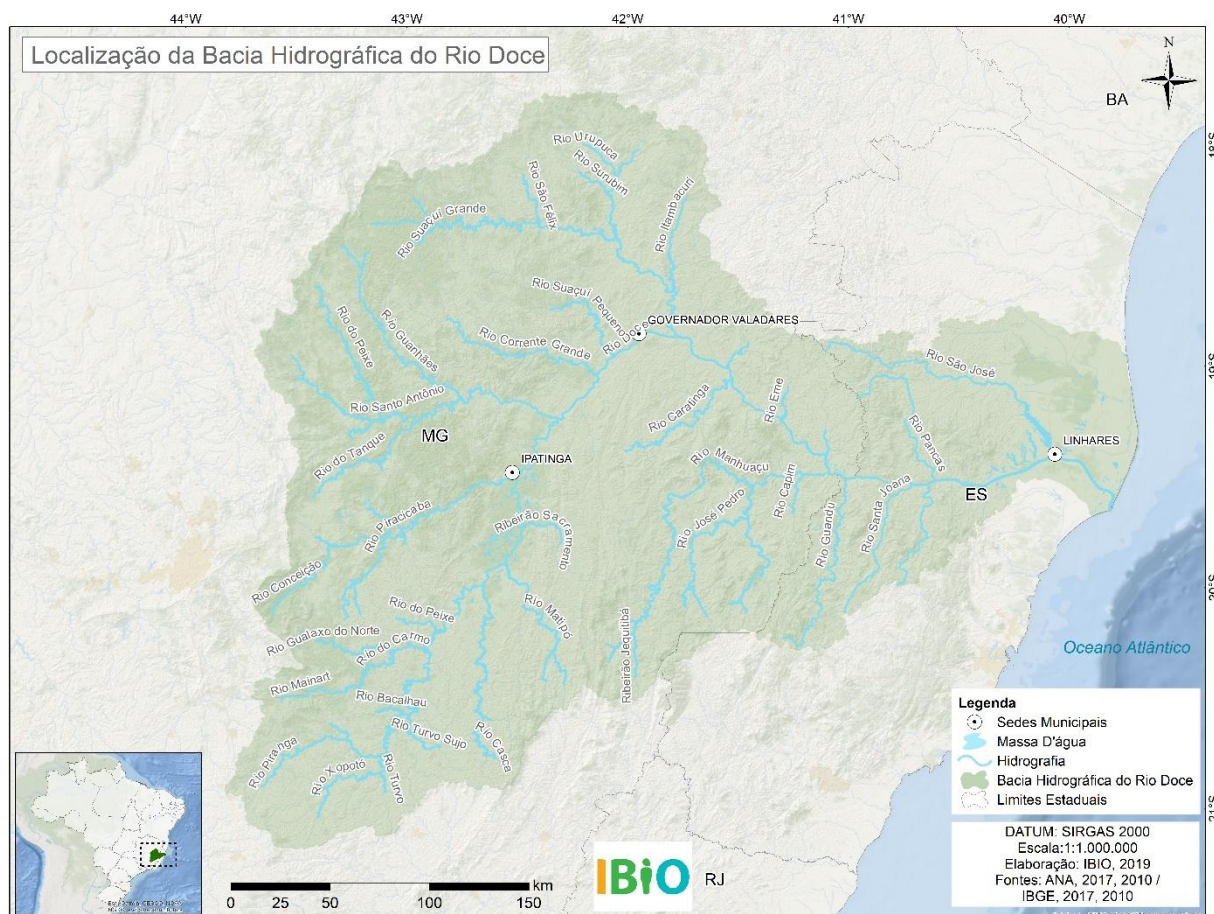


Figura 1 - Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Doce

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 dos rios Jequitinhonha e Mucuri e a nordeste com as bacias do litoral norte do Espírito Santo. 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 Pontões e Lagoas do Rio Doce no Espírito Santo (Figura 2).

As principais rodovias que dão acesso e passam pela Bacia do rio Doce são (Figura 3):

- a BR 381 que segue na direção sudoeste – nordeste passando por Belo Horizonte e depois importantes cidades da Bacia como Ipatinga e Governador Valadares;
- a BR 116, importante rodovia brasileira que cruza a região do Médio Doce na direção de sul para norte, passando por Caratinga e Governador Valadares;
- a BR 262 que segue na direção leste – oeste atravessa Belo Horizonte, passa entre João Monlevade e Rio Piracicaba, cruza com a BR 116 nas proximidades de Manhuaçu e depois entra no Espírito Santo, já fora da Bacia do rio Doce;
- a BR 101, que serve a parte capixaba da Bacia, atravessa a região do Baixo Doce de sul para norte passando por Linhares.

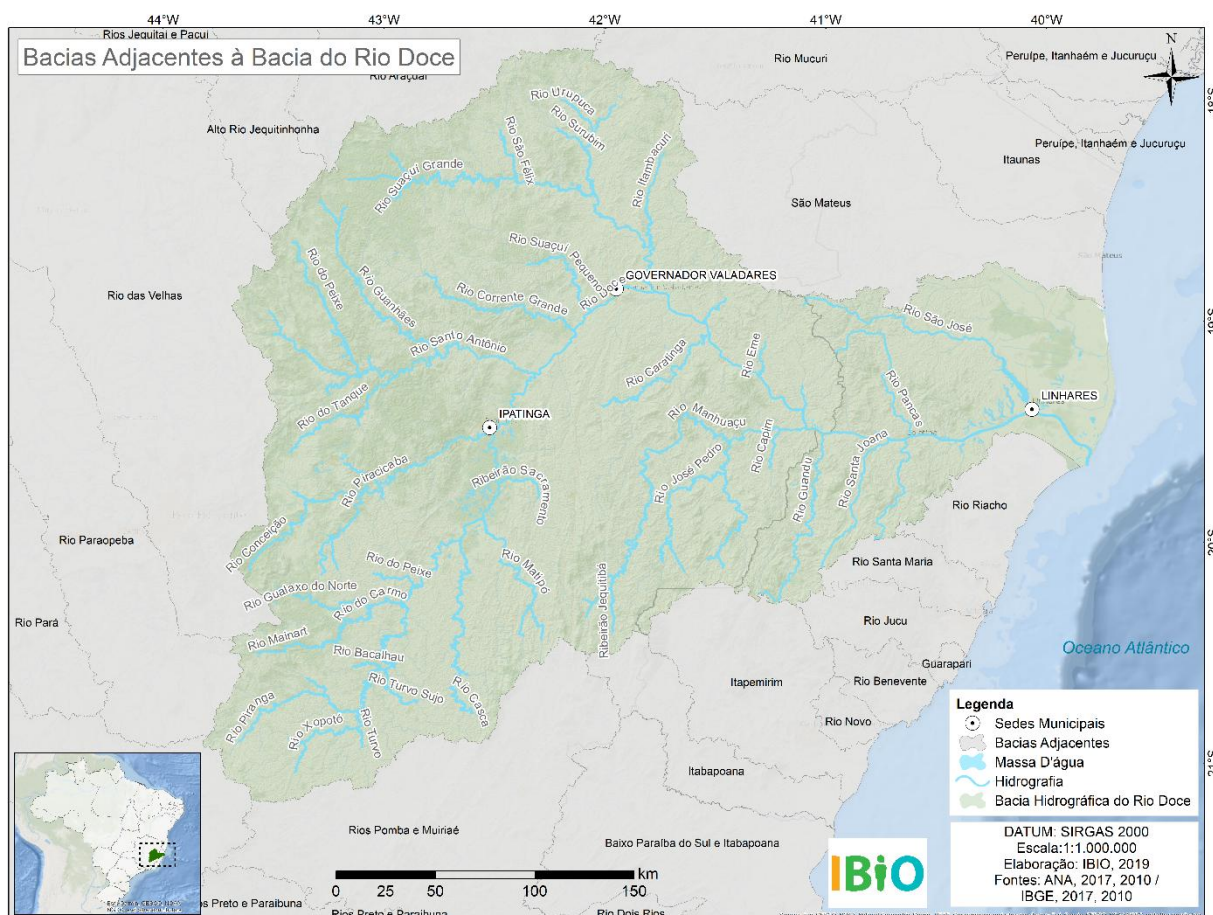


Figura 2 – Bacias adjacentes à Bacia Hidrográfica do Rio Doce

Além das rodovias, existe a Estrada Ferroviária Vitória a Minas (EFVM) que liga Belo Horizonte a Vitória, numa extensão de 898 km passando pelo Vale do Aço, sendo incorporada pela Vale em 1940. Esta ferrovia faz o transporte de passageiros e mercadorias (minério de ferro, carvão mineral, calcário, ferro, aço, produtos

agrícolas, etc.) e é considerada a ferrovia mais rentável do País e uma das poucas que ainda faz o transporte de passageiros.

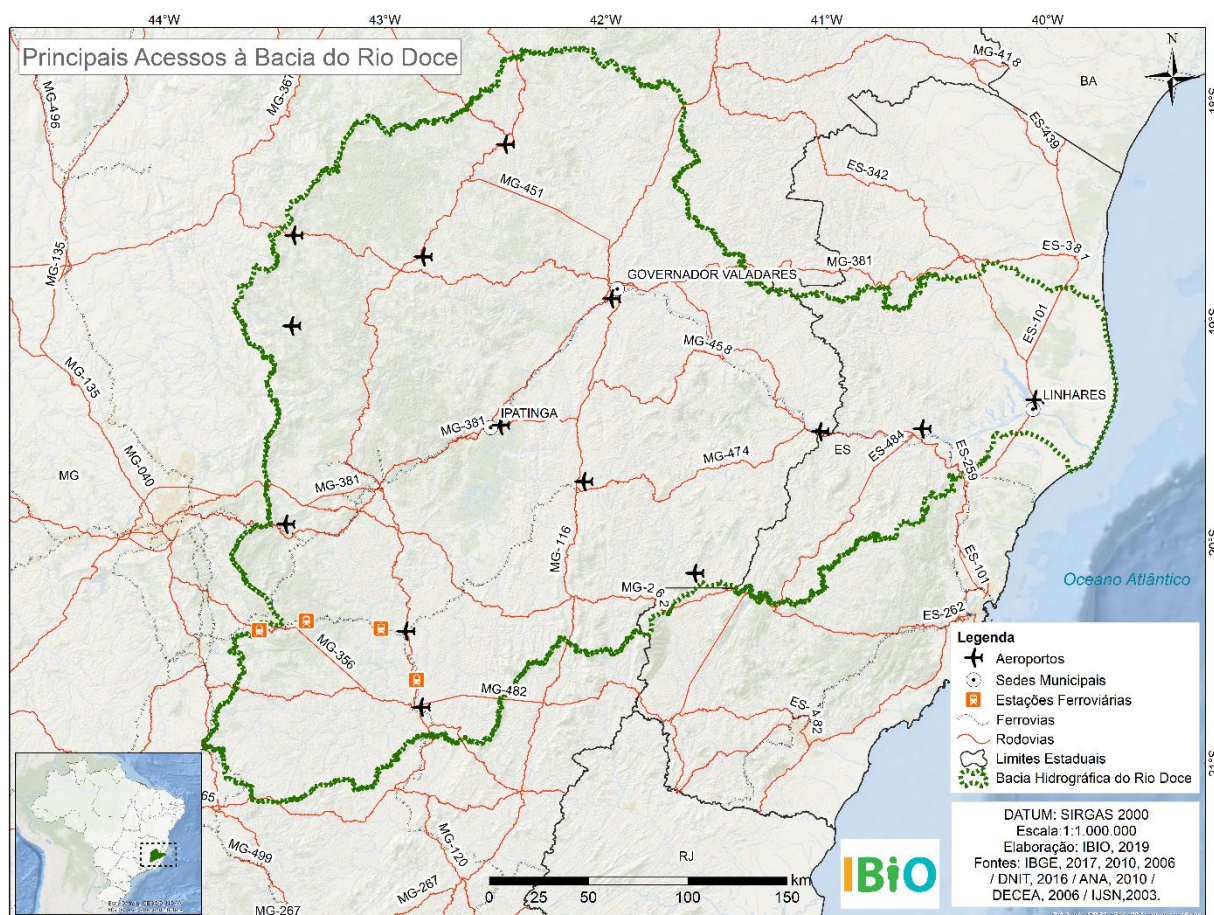


Figura 3 - Mapa dos principais acessos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce

1.2.2 População

A Bacia 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 do rio Doce.

A população urbana (Figura 4) representa mais de 70% da população total. Entretanto, os mesmos dados mostram que mais de 100 municípios possuem população rural maior que a urbana, evidenciando que a população rural ainda é significativa, absorvidos pela 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.

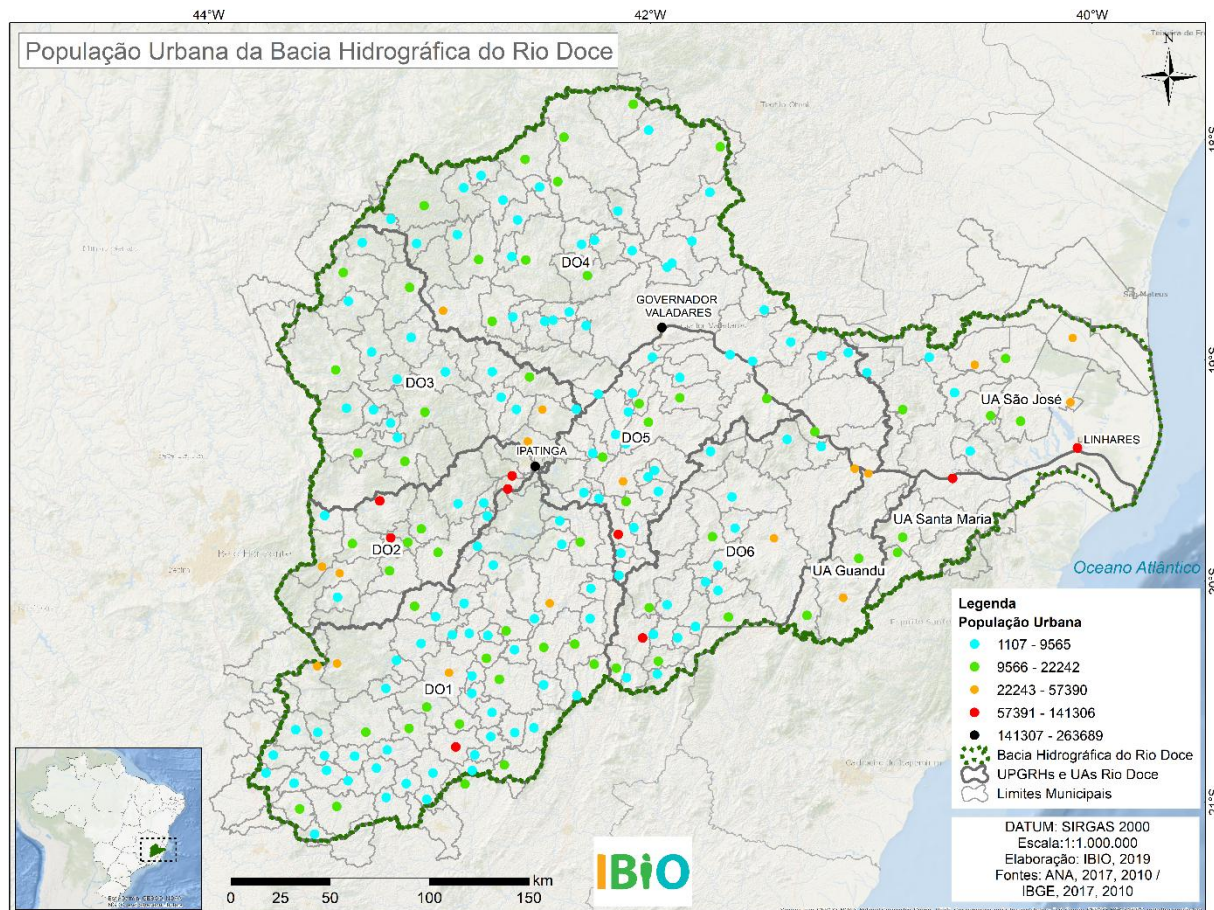


Figura 4 – Classificação população urbana

1.2.3 Economia

A atividade econômica da bacia do rio Doce é bastante diversificada, destacando-se: a agropecuária (reflorestamento, lavouras tradicionais, cultura de café, cana-de-açúcar, criação de gado leiteiro e de corte e suinocultura.); a agroindústria (sucroalcooleira); a mineração (ferro, ouro, bauxita, manganês, pedras preciosas e outros); a indústria (celulose, siderurgia e laticínios); o comércio e serviços de apoio aos complexos industriais; e a geração de energia elétrica.

Na região encontra-se instalado o maior complexo siderúrgico da América Latina, com destaque para a Companhia Siderúrgica Belgo Mineira, a ACESITA e a USIMINAS. Ao lado da siderurgia estão associadas empresas de mineração, com destaque para a Vale e empresas reflorestadoras, que cultivam o eucalipto para

fornecer matéria-prima para as indústrias de celulose. Todo esse complexo industrial é responsável por grande parte das exportações brasileiras de minério de ferro, aço e celulose, sendo, portanto, de grande importância para a região onde estão instaladas.

Apesar de ser notável a geração de capital na bacia em função da existência desse complexo siderúrgico, também se verifica a desigualdade em seu interior. O maior desenvolvimento das atividades econômicas aconteceu somente em áreas, como o Vale do Aço e na região de influência dos municípios de Governador Valadares, Caratinga, Colatina e Linhares. Os indicadores sociais e econômicos de uma parte significativa dos municípios mostram que quase uma centena deles são classificados como pobres.

De acordo com dados do DNPM, predominam na bacia as concessões de lavra para materiais de construção, rochas ornamentais, minério de ferro e gemas. A porção mineira apresenta importantes depósitos de minério de ferro, compostos principalmente por hematita, que são utilizados diretamente em altos-fornos na forma de minério granulado. Na área, encontram-se instaladas grandes empresas como a Samarco Mineração, que possui unidade em Ouro Preto e Mariana (Complexo da Alegria), a empresa Anglo Gold Ashanti, em Conceição do Mato Dentro, e a Vale que mantém unidades de mineração em várias cidades da bacia, destacando-se os complexos localizados em Itabira, Ouro Preto e Mariana, e o grande complexo minerador denominado Brucutu, situado em São Gonçalo do Rio Abaixo.

Além disso, registram-se jazidas de ouro em vários municípios, como Ouro Preto-Mariana (Mina da Passagem), Caeté-Santa Bárbara (Gongo Soco, Quebra-Ossos, Catita, Ouro Fino, etc.), além do Serro e Conceição do Mato Dentro. Em relação às rochas ornamentais, o estado do Espírito Santo é o maior produtor do país em termos de quantidade, com destaque para o granito.

Dois minerodutos da Samarco operam em paralelo na bacia, com origem na mina do Germano, no município de Mariana, tendo como destino o porto de Ponta Ubu, no Espírito Santo, fora da Bacia Hidrográfica do Rio Doce.

1.2.4 Características Ambientais

Segundo a classificação de Köppen, identificam-se basicamente três tipos climáticos na bacia: tropical de altitude com chuvas de verão e verões frescos, presente nas vertentes das serras da Mantiqueira e do Espinhaço e nas nascentes do rio Doce; tropical de altitude com chuvas de verão e verões quentes, presente nas nascentes de seus afluentes; e clima quente com chuvas de verão presente nos trechos médio e baixo do rio Doce e de seus afluentes.

O regime pluviométrico na bacia é caracterizado por dois períodos bem distintos. O período chuvoso que se estende de outubro a março (precipitação total variando entre 800 a 1.300 mm), com maiores índices no mês de dezembro; e o período seco (entre 150 a 250 mm de precipitação média) que se estende de abril a setembro, com estiagem mais crítica de junho a agosto.

As temperaturas médias anuais na bacia variam de 18° C em Barbacena, a 24,6° em Aimorés. O período mais quente compreende os meses de janeiro e fevereiro, enquanto, que as temperaturas mínimas ocorrem em junho e julho.

Na Bacia Hidrográfica do Rio Doce, predominam Latossolos Vermelho Amarelos e Argissolos Vermelhos perfazendo 77,2% da área da bacia. Além disso, estão presentes o Argissolo Amarelo, Argissolo Vermelho Amarelo, Latossolo Vermelho, Cambissolo Háplico, Latossolo Amarelo, Gleissolo Háplico e Neossolo Litólico.

A geologia da Bacia do Rio Doce contrasta um reduzido conjunto de unidades estratigráficas de distribuição espacial restrita, de origem sedimentar, com um grande conjunto de unidades estratigráficas cristalinas, de idade muito antiga, que se estende desde o Cambriano até o Mesoarqueano, as Províncias Mantiqueira e São Francisco, de litologia extremamente variada e cujas características refletem os efeitos de uma tectônica complexa.

Para o sistema hidrológico subterrâneo da bacia, é possível definir basicamente duas unidades: os aquíferos Granulares ou Porosos, representados por uma sequência de rochas sedimentares, e os aquíferos fissurados, nos quais a acumulação e circulação das águas subterrâneas são feitas através da porosidade secundária desenvolvida por falhas, fraturas e diáclases e que ocupam 91% da área da bacia.

A respeito da geomorfologia, evidencia-se na bacia predominância dos processos de dissecação fluvial e de acumulação, que promoveram a degradação da superfície de aplainamento original. Encontram-se na área da bacia do rio Doce 6 (seis) unidades geomorfológicas: Planaltos Dissecados do Centro-Sul e do Leste de Minas, Depressão do Rio Doce, Serra do Espinhaço, Quadrilátero Ferrífero, Superfícies aplainadas sublitorâneas e Planície Fluviomarina.

A bacia abriga 80 Unidades de Conservação (Figura 5), sendo 69 localizadas em Minas Gerais e 11 no Espírito Santo. Abriga também duas grandes áreas reconhecidas pela UNESCO como Reservas da Biosfera, caracterizadas como áreas de importância mundial na conservação da biodiversidade, onde é possível desenvolver a gestão integrada da terra, das águas e da biodiversidade, a partir de um mosaico de unidades de UCs. São elas: a Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (RBMA), no Espírito Santo, e a Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço (RBSE), com parte de sua área na bacia, abrigando dois importantes biomas gravemente ameaçados, a mata atlântica e o cerrado.

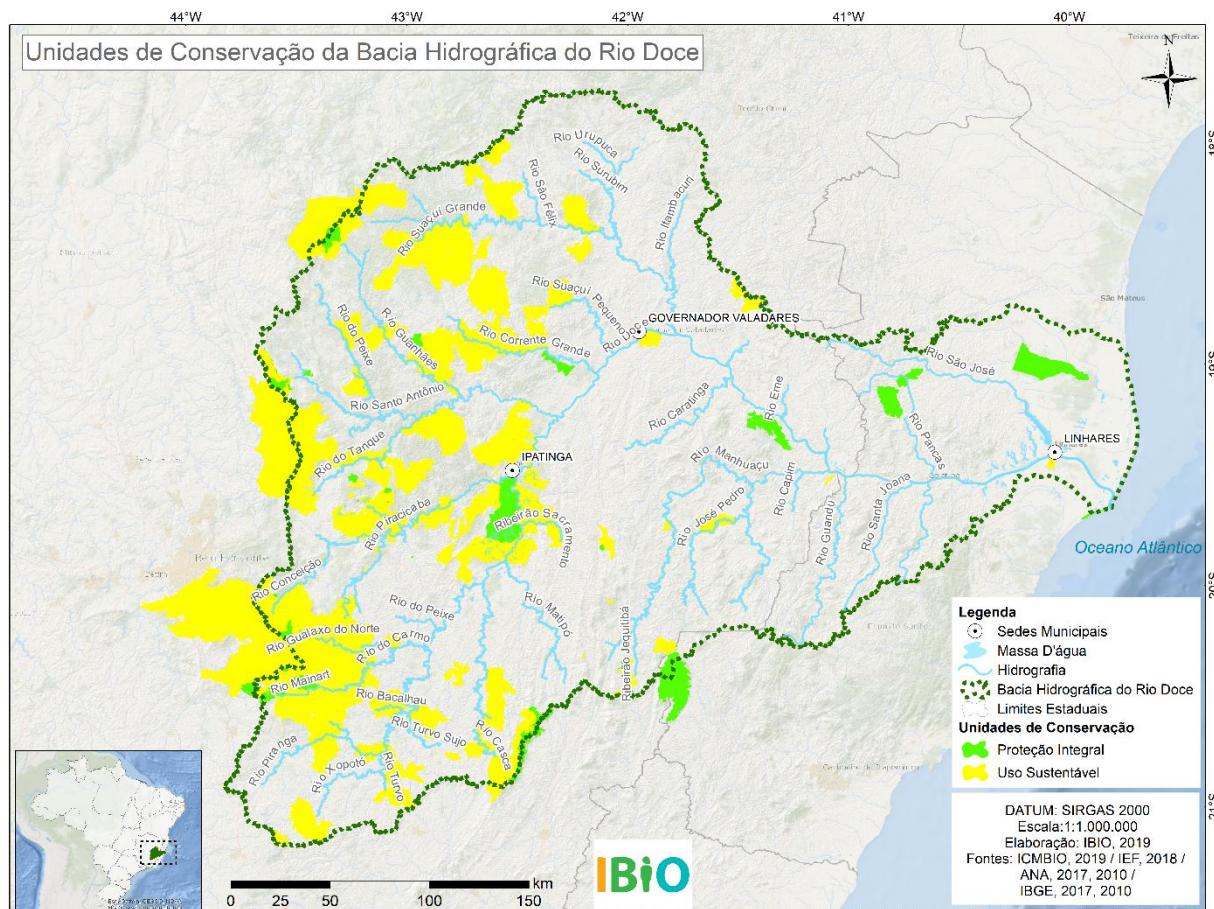


Figura 5 – Unidades de Conservação presentes na Bacia Hidrográfica do Rio Doce

Com objetivo de preservar um remanescente florestal com 240 km² da Floresta dos Tabuleiros, foi criada em 1982 a Reserva Biológica de Sooretama que, juntamente com a Reserva Florestal Vale do Rio Doce, forma o maior maciço florestal do Espírito Santo, com cerca de 460 km².

O maior remanescente de mata atlântica da bacia é o Parque Estadual do Rio Doce, criado em 1944, sendo o primeiro parque estadual do estado de Minas Gerais. Com uma área de 360 km², tem como principal objetivo a proteção da mata atlântica e do sistema de lagos do médio Rio Doce, sendo aberto ao turismo.

A bacia é considerada de grande importância em termos de riqueza de espécies de peixes, concentradas principalmente nos sistemas lacustres do médio rio Doce e da sua foz, no município de Linhares/ES, importante sítio de desova de espécies de tartarugas marinhas ameaçadas de extinção.

As restingas de Linhares compõem o corredor Central da Mata Atlântica, sendo reconhecidas como áreas especiais de endemismos de vertebrados, consideradas insubstituíveis para a conservação da fauna de vertebrados na Bacia Hidrográfica do Rio Doce. A planície costeira formada no delta do rio Doce foi classificada pelo Ministério do Meio Ambiente como região de alta prioridade para a conservação da biodiversidade costeira e marinha no Brasil.

1.2.5 Uso do Solo e Suscetibilidade à Erosão

A maior parte da Bacia Hidrográfica do Rio Doce se encontra antropizada, sobretudo pelo uso agropecuário (Figura 6). As florestas, que cobriam cerca de 90% da bacia, atualmente são encontradas em menos de 1/3 da área total. Entretanto, não se conhece, de fato, a qualidade destes fragmentos florestais, de maneira que a simples presença da classe Floresta não significa que esta apresente condições fitoestruturais suficientes para manter ecologicamente a flora e fauna local.

A UGRH do rio Santo Antônio possui a área relativa mais preservada, em relação às demais unidades, inclusive contendo a maior área relativa da classe Floresta. O comportamento contrário ocorre na UGRH do rio Santa Maria do Doce, pois esta se encontra com a área relativamente menos coberta por Florestas e Outras Formações Naturais.

Outra constatação é que a UGRH Piracicaba possui a maior área relativa coberta pela classe Reflorestamento. As unidades dos rios Santo Antônio e Suaçuí-Grande também possuem destacadas áreas reflorestadas, e pode-se inferir que a proximidade com a UGRH do Piracicaba seja um dos fatores responsáveis por essa ocorrência.

A classe Agropecuária se destaca nas unidades de Caratinga e de Santa Maria do Doce, sendo estas as mais degradadas em relação à cobertura original.

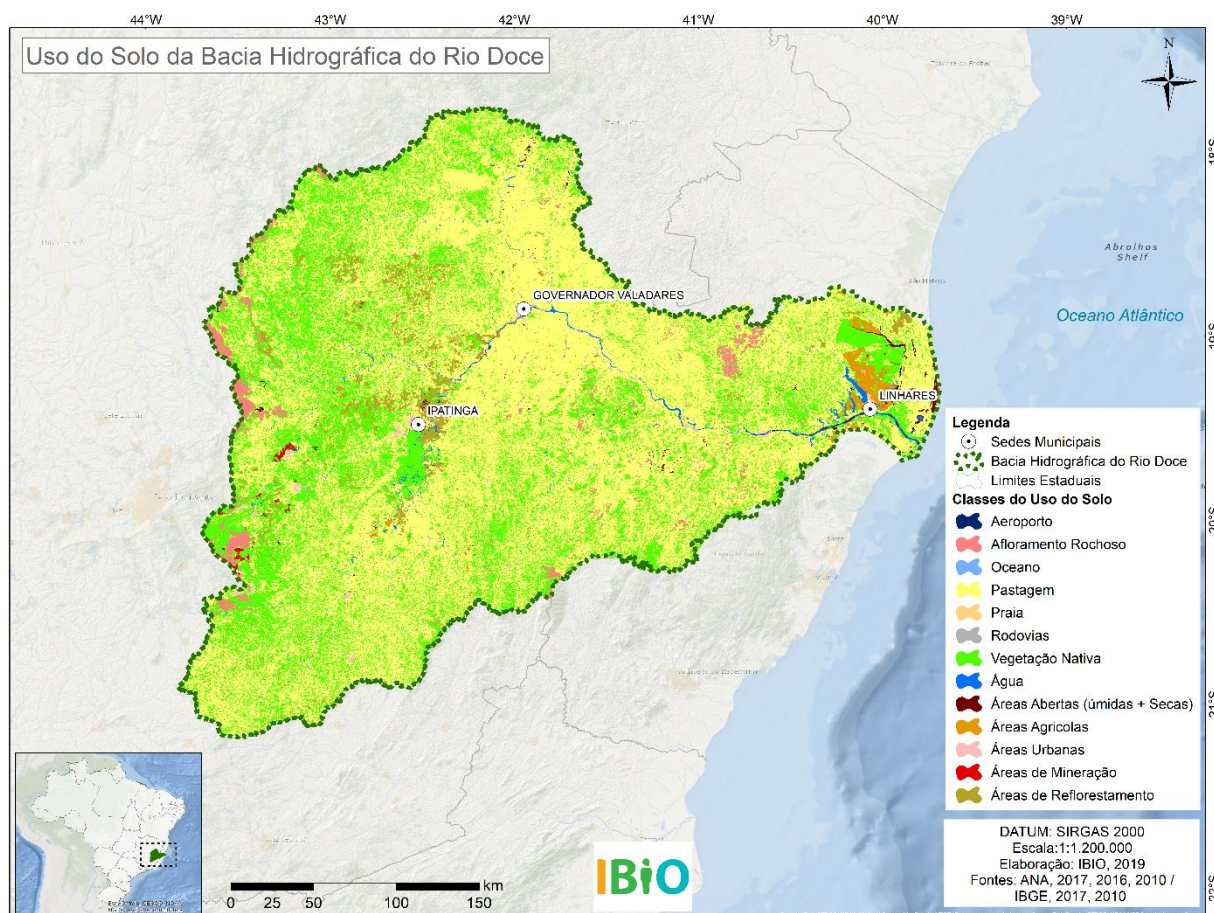


Figura 6 - Uso e Ocupação do Solo na Bacia Hidrográfica do Rio Doce

A maioria da bacia encontra-se na classe de susceptibilidade erosiva forte (Figura 7), cerca de 58% da área, ocupando principalmente a Depressão do Rio Doce, enquanto 7% se inserem na categoria de susceptibilidade muito forte.

Considerando que a ocorrência de erosão acelerada, em determinada área, gera um aumento na produção de sedimentos, esta condição na bacia pode contribuir para a degradação da qualidade da água.

O desmatamento generalizado e o mau uso dos solos, seja para a monocultura do eucalipto como para agricultura ou pastagem, tem conduzido a região a um intenso processo de erosão, cujos sedimentos resultantes tendem a assorear os cursos d'água. O assoreamento é um dos problemas sérios que atinge a bacia, em especial o baixo curso do rio Doce, que recebe carga de sedimentos provenientes das áreas a montante. O problema da erosão é ainda agravado nas áreas em que as rochas e o solo têm em sua composição química grandes concentrações de alumínio.

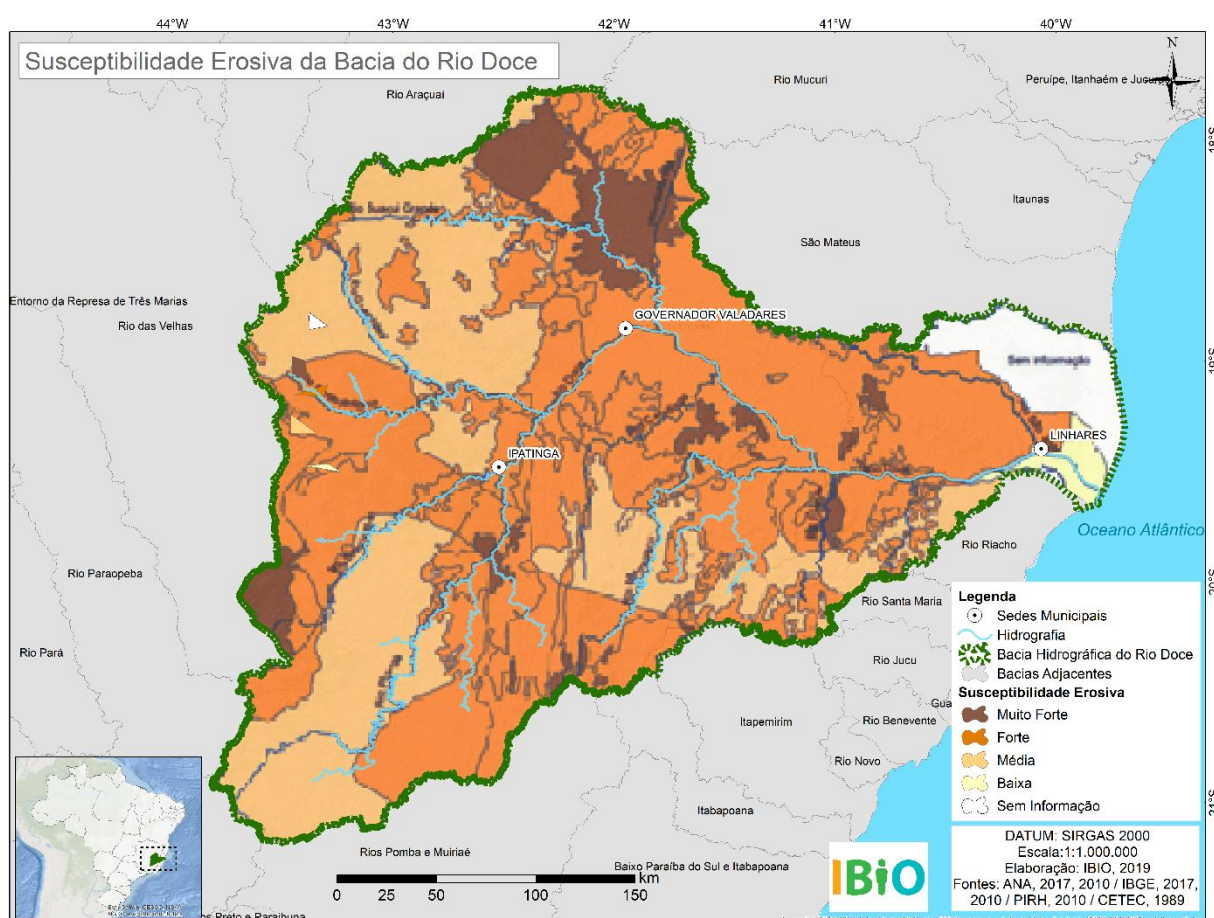


Figura 7 – Mapa de susceptibilidade à erosão na Bacia Hidrográfica do Rio Doce

A urbanização da bacia, caracterizada por baixos índices de saneamento básico, aliada ao uso indiscriminado de agrotóxicos nas lavouras contribuem para a contaminação dos cursos d'água.

Outro grande problema ambiental evidenciado na bacia é ocorrência de inundações. O desmatamento indiscriminado e o manejo inadequado do solo criaram condições favoráveis à formação de processos erosivos, que somado aos

despejos inadequados advindos da mineração e de resíduos industriais e domésticos, deram origem ao contínuo processo de assoreamento dos leitos dos rios da bacia.

Além disso, algumas cidades ocuparam a planície de inundação dos rios e de tempos em tempos, períodos de chuva mais severos provocam o alagamento de parte destas planícies, trazendo graves prejuízos à região.

1.2.6 Informações sobre as atividades do CBH-Doce, Comitês Estaduais (MG e ES), e do IBIO

1.2.6.1 Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce

O CBH-Doce é um órgão colegiado, com atribuições normativas, deliberativas e consultivas, no âmbito da Bacia Hidrográfica do Rio Doce, vinculado ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH.

Atualmente, o Comitê é formado por 60 membros titulares e 60 suplentes, na proporcionalidade de 33% do segmento do Poder Público, 40% de Usuários e 27% da Sociedade Civil. Responsável por importantes decisões sobre a gestão dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Doce, o Comitê conta com o apoio de grupos de trabalho e de quatro câmaras técnicas permanentes: Institucional e Legal (CTIL); de Capacitação e Informação (CTCI); de Gestão de Eventos Críticos (CTGEC); e de Integração (CTI).

A atuação do CBH-Doce tornou-se de grande importância em função do papel estratégico do Comitê na articulação dos diversos atores sociais para a cooperação voltada à preservação e recuperação do Rio Doce, sem prejuízos ao desenvolvimento econômico. Entre os avanços já alcançados, estão a aprovação, em julho de 2010, do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce, o PIRH-Doce, e a deliberação da cobrança pelo uso da água, a fim de que os recursos sejam destinados a projetos de recuperação da bacia.

O comitê constitui-se em ambiente favorável à resolução de conflitos quanto à diversidade de interesses em relação aos usos da água, desigualdade de distribuição e utilização inadequada. Tem poder de Estado e atribuição legal de deliberar sobre a gestão da água, fazendo isso de forma compartilhada com o poder público, usuários e sociedade civil. Portanto, cabe ao Comitê a definição das regras

a serem seguidas com relação ao uso das águas, sendo responsabilidade dos órgãos gestores de recursos hídricos colocá-las em prática por meio do seu poder de regulação.

1.2.6.2 Comitês de Bacia Hidrográfica de rios afluentes ao Rio Doce

No Estado de Minas Gerais a Bacia Hidrográfica do Rio Doce compõe-se de seis Unidades de Gestão dos Recursos Hídricos (UGRHs) com Comitês de Bacia já estruturados, sendo eles (Figura 8 e Quadro 1):

- UGRH01 – Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Piranga;
- UGRH02 – Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Piracicaba;
- UGRH03 – Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Santo Antônio;
- UGRH04 – Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Suaçuí;
- UGRH05 – Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Caratinga; e
- UGRH06 – Comitê de Bacia Hidrográfica Águas do Rio Manhuaçu.

No Estado do Espírito Santo, estão estruturadas três Unidades de Análise (UAs), duas delas possuem dois CBHs, sendo eles (Figura 8 e Quadro 1):

- UA Guandu – Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Guandu;
- UA Santa Maria do Doce – Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Santa Maria do Doce e Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Santa Joana;
- UA São José – Comitê de Bacia Hidrográfica Pontões e Lagoas do Rio Doce e Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Barra Seca e Foz do Rio Doce;

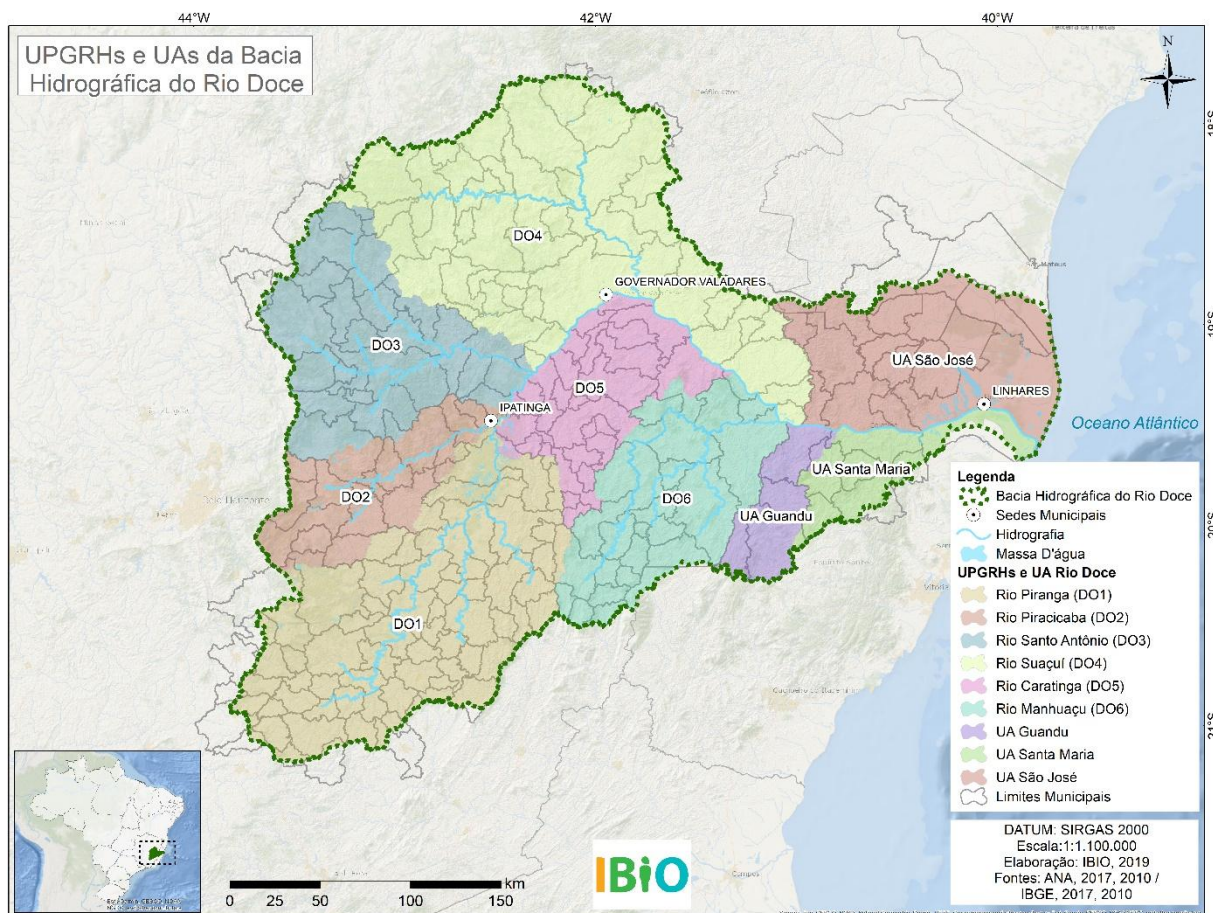


Figura 8 - Mapa de localização das sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Rio Doce

Quadro 1 - UGRHs presentes na área mineira da bacia do rio Doce e as regiões estabelecidas na área abrangida pelo Estado do Espírito Santo

Estado	Subdivisões da Bacia do rio Doce		Área de Drenagem (área da bacia em km²)	Total (km²)
MG	UGRH Piranga (DO1)	Bacia do Rio Piranga	6.606,57	17.571,37
		Bacia do Rio Casca	2.510,63	
		Bacia do Rio do Carmo	2.277,95	
		Bacia do Rio Matipó	2.549,74	
		Bacia Incremental Piranga (DO1)	3.626,48	
	UGRH Piracicaba (DO2)	Bacia do Piracicaba	5.465,38	5.681,51
		Bacia Incremental (DO2)	216,13	
	UGRH Santo Antônio (DO3)	Bacia do Santo Antônio	10.429,46	10.756,89
		Bacia Incremental (DO3)	327,43	
	UGRH Suaçuí	Bacia do Rio Suaçuí Grande	12.412,99	21.555,33

Estado	Subdivisões da Bacia do rio Doce		Área de Drenagem (área da bacia em km ²)	Total (km ²)
	(DO4)	Bacia do Rio Suaçuí Pequeno	1.719,39	
		Bacia do Rio Corrente Grande	2.478,20	
		Bacia Incremental Suaçuí (D04)	4.944,75	
	UGRH Caratinga (DO5)	Rio Caratinga	3.228,70	6.677,62
		Bacia Incremental (D05)	3.448,92	
	UGRH Manhuaçu (DO6)	Bacia do Manhuaçu	8.826,37	9.189,06
		Bacia Incremental (D06)	362,6877	
ES	UA Guandu	Rio Guandu	2.144,88	2.471,61
		Incremental Guandu	326,73	
	UA Santa Maria do Doce	Rio Santa Maria do Doce	934,65	3.063,40
		Rio Santa Joana	891,4	
		Incremental	1.237,35	
	UA São José	Rio São José	2.406,67	9.743,80
		Rio Pancas	1.181,44	
		Incremental (inclusive Barra Seca)	6.155,69	
	Total Geral		86.710,59	86.710,59

A área da UGRH correspondente ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piranga (DO1) abrange os rios do Carmo e Piranga, os quais são formadores do Rio Doce.

A UGRH do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba (DO2) é formada pela bacia do rio Piracicaba, e por uma pequena extensão do Rio Doce a jusante da confluência do rio Piracicaba com o Rio Doce. As principais sub-bacias do rio Piracicaba são, pela margem esquerda, as do rio do Peixe e do rio Santa Bárbara; e, pela margem direita, as do rio da Prata e do Ribeirão Turvo.

A UGRH DO3 abrange a bacia do rio Santo Antônio e a margem esquerda do Rio Doce entre a UGRH DO2 e o rio Santo Antônio. A bacia do rio Santo Antônio tem como principais sub-bacias, pela margem esquerda, as do rio do Peixe e do rio Guanhães e, pela margem direita, as do rio do Tanque e do rio Preto do Itambé.

A margem esquerda do Rio Doce, a jusante da foz do rio Santo Antônio até o limite do Estado de Minas Gerais com o Espírito Santo, faz parte da UGRH DO4. As principais bacias localizadas nesta unidade de planejamento são as bacias do rio

Corrente; do rio Suaçuí Pequeno; do rio Suaçuí Grande; do ribeirão Laranjeiras; do rio Eme e do rio Resplendor.

Na UGRH DO5, as principais bacias são as do rio Caratinga e do ribeirão Santo Estevão; e na UGRH DO6, a bacia do rio Manhuaçu, sendo sua principal sub-bacia a do rio Mutum.

A margem direita do Rio Doce situada no Estado do Espírito Santo, foi dividida em duas regiões: UA Guandu, com o rio de mesmo nome e seus afluentes, e UA Santa Maria do Doce, composta pelos rios Santa Maria do Doce e Santa Joana.

A UA abrange todos os afluentes da margem esquerda do Rio Doce localizados no Estado do Espírito Santo somada à a região da Barra Seca, a qual compreende as terras do município de Aracruz, ao sul, e a região das lagoas e do rio Comboios. As principais bacias desta região são a do rio Pancas e do rio São José.

1.2.6.3 Agência de Água da Bacia Hidrográfica do Rio Doce – Instituto BioAtlântica (IBIO)

As Agências de Água são unidades executivas descentralizadas de apoio aos Comitês de Bacia Hidrográfica, com atribuições de suporte administrativo, técnico e financeiro. Na Bacia do rio Doce, a Entidade Delegatária e equiparada às funções de Agência de Água é o Instituto BioAtlântica (IBIO).

A instituição foi selecionada por meio de edital público, após criterioso processo de escolha, realizado em 2011. Uma comissão de julgamento, indicada pela Câmara Técnica de Integração, foi criada para avaliação das entidades interessadas. A comissão foi formada por 10 membros, incluindo um representante da Secretaria de Recursos Hídricos da União (SRHU) e Ministério do Meio Ambiente (MMA), Agência Nacional de Águas (ANA), Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), Instituto Estadual de Meio Ambiente (IEMA) e dois representantes do segmento dos usuários, sociedade civil e poder público municipal.

Cabe ao IBIO, entre outras funções, a administração e a aplicação dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso da água na bacia, os quais devem ser usados integralmente em projetos para melhoria da qualidade e do volume da água da bacia.

O IBIO é uma associação civil sem fins lucrativos, classificada como pessoa jurídica de direito privado, composto por pessoas jurídicas e físicas. O Instituto tem como finalidade promover a conservação ambiental e a gestão sustentável de recursos territoriais como forma de gerar desenvolvimento econômico, equidade social e bem-estar humano.

Para cumprir este propósito, o Instituto aplica os recursos recebidos, inclusive recursos físicos, humanos e financeiros, em projetos, programas ou planos de ações, promovendo especialmente as seguintes atividades:

- a) Contribuir para a conservação e recuperação ambiental.
- b) Contribuir para o desenvolvimento equilibrado dos aspectos ambiental, social, cultural e econômico de territórios.
- c) Promover pesquisas sobre recuperação e conservação ambiental, gestão integrada de territórios e geração e gestão de ativos territoriais.
- d) Estimular o estabelecimento de redes de instituições de pesquisa.
- e) Promover a disseminação de conhecimento técnico-científico.
- f) Promover articulação entre diferentes setores da sociedade.
- g) Exercer, através do Comitê Gestor de Águas, as atribuições a serem previamente determinadas pelos CBHs e acordadas com os Órgãos Gestores para a Bacia Hidrográfica do Rio Doce.

2 CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA

2.1 Balanço Hídrico

2.1.1 Disponibilidade Hídrica Superficial

A Bacia Hidrográfica do Rio Doce conta com 609 estações de monitoramento, 305 delas são fluviométricas. Quanto à responsabilidade pelas estações, 145 estão relacionadas à ANA, 80, ao IGAM, e 12, ao IEMA-ES, representando cerca de 40% do total. Os demais pontos de monitoramento são gerenciados por entidades parceiras, que contribuem para a alimentação do banco de dados que compõe o Sistema Nacional de Informações sobre os Recursos Hídricos.

Quanto à disponibilidade hídrica, no Atlas Digital das Águas de Minas (RURAL MINAS; IGAM; DEA-UFV, 2018) são apresentadas informações sobre as vazões mínimas da Bacia Hidrográfica do Rio Doce. Considerando uma série histórica de 60 anos (1950 a 2010), foram definidas as vazões médias diárias anuais (Q_{mlp}), obtidos os valores das vazões caracterizadas pela frequência ($Q_{7,10}$ e Q_{95}), por meio de estatística hidrológica.

O

Quadro 2 O evidencia as áreas de drenagem de cada sub-bacia, os valores da vazão média e das vazões mínimas, as relações percentuais e o desvio entre as vazões na bacia do rio Doce e a Figura 9 apresenta a disponibilidade hídrica em pontos notáveis do curso principal do rio. A Figura 10 apresenta as regiões hidrologicamente homogêneas identificadas para a definição das vazões da Bacia Hidrográfica do Rio Doce.

Quadro 2 - Sub-bacias estudadas, áreas de drenagem, vazões médias e mínimas e relações percentuais entre as vazões estudadas dos rios das bacias do Doce

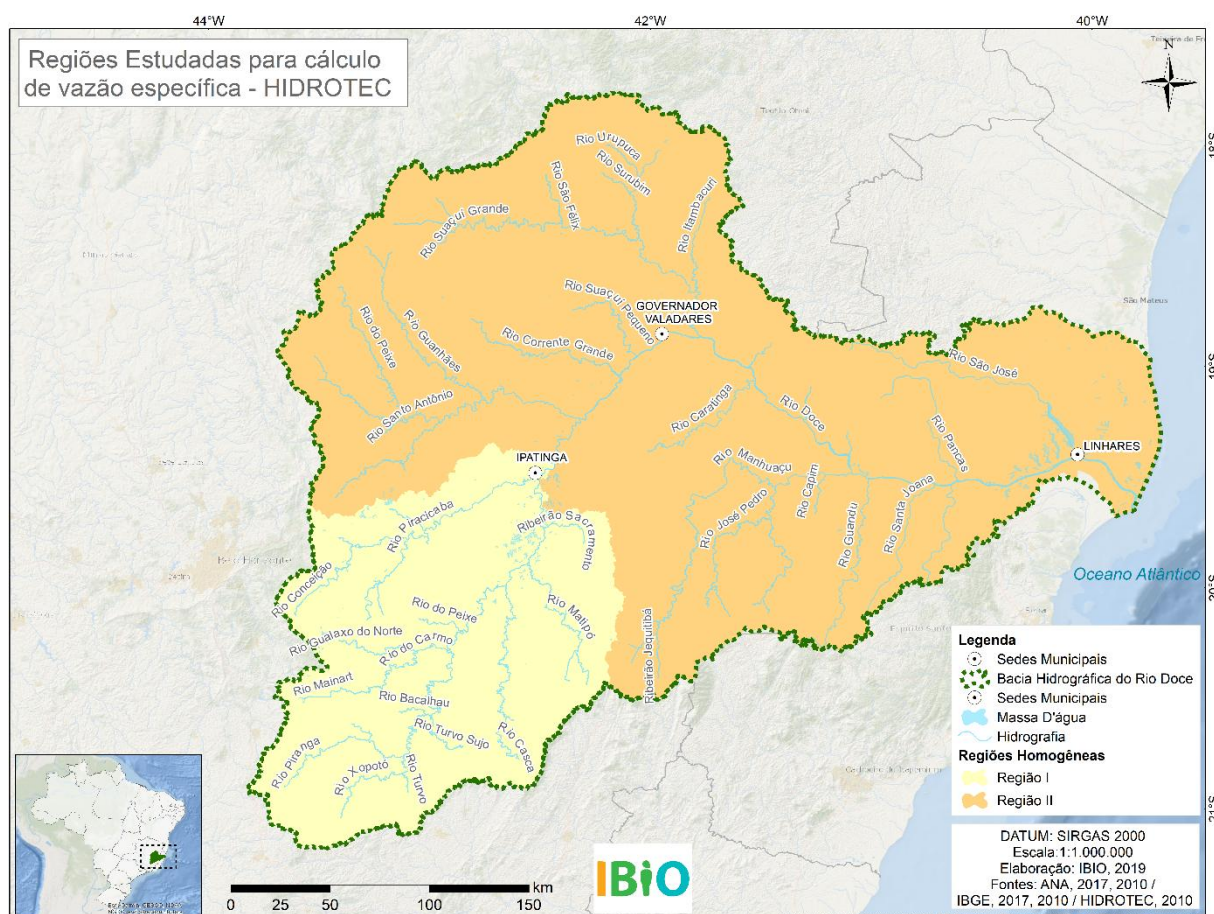
Sub-bacia	Rio	Área	Vazão (m³/s)			Relação			
			Q _{mlp}	Q _{7,10}	Q ₉₅	Q _{7,10} / Q _{mp}	Q ₉₅ / Q _{mp}	Q _{7,10} / Q ₉₅	Desvio (%)
Região I									
Piranga	Piranga	1.395	23,90	5,40	6,80	0,23	0,28	0,79	20,59
Braz Pires	Xopotó	1.089	18,90	5,30	6,90	0,28	0,37	0,77	23,19
Senador Firmino	Turvo	291	5,50	1,30	-	0,24	-	-	-
Porto Firme	Piranga	4.251	71,70	21,30	37,50	0,30	0,38	0,77	22,55
Fazenda Varginha	Turvo Limpo	324	4,00	1,50	1,70	0,38	0,43	0,88	11,76

Sub-bacia	Rio	Área	Vazão (m³/s)			Relação			Desvio (%)
			Q _{mlp}	Q _{7,10}	Q ₉₅	Q _{7,10} /Q _{mp}	Q ₉₅ /Q _{mp}	Q _{7,10} /Q ₉₅	
Ponte Nova - Jusante (Pcd Inpe)	Piranga	6.132	100,80	27,80	37,90	0,28	0,38	0,73	26,65
Fazenda Paraíso	Gualaxo do Sul	857	18,70	4,90	7,80	0,26	0,42	0,63	37,18
Acaiaca - Jusante	Carmo	1.371	30,70	11,50	13,90	0,37	0,45	0,83	17,27
Fazenda Ocidente	Gualaxo do Norte	531	12,60	4,80	5,60	0,38	0,44	0,86	14,29
São Miguel do Anta	Casca	534	8,10	2,40	2,90	0,30	0,36	0,83	17,24
Rio Casca	Casca	2.036	25,50	6,00	9,40	0,24	0,37	0,64	36,17
Fazenda Cachoeira Dantas	Doce	10.080	167,10	53,20	72,70	0,32	0,04	0,73	26,82
Matipó	Matipó	615	10,00	1,60	2,40	0,16	0,24	0,67	33,33
Raul Soares - Montante	Matipó	1.347	19,60	2,90	4,60	0,15	0,23	0,63	36,96
Abre Campo	Santana	272	3,90	0,80	1,30	0,21	0,33	0,62	38,46
Inst. Florestal Raul Soares	Matipó	1.800	24,70	4,40	15,90	0,18	0,64	0,28	72,33
Cachoeira do Óculos - Montante	Doce	15.836	228,10	80,80	92,10	0,35	0,40	0,88	12,27
Bom Jesus do Galho	Sacramento	301	3,40	1,00	1,40	0,29	0,41	0,71	28,57
Pingo D'água	Sacramento	814	10,20	2,00	2,60	0,20	0,25	0,77	23,08
Rio Piracicaba	Piracicaba	1.163	25,50	5,30	-	0,21	-	-	-
Carrapato (Brumal)	Santa Bárbara	420	12,50	2,90	3,80	0,23	0,30	0,76	23,68
Mario de Carvalho (Pcd Inpe)	Piracicaba	5.060	93,00	25,00	31,20	0,27	0,34	0,80	19,87
Cachoeira Escura	Doce	24.204	389,40	113,50	124,40	0,29	0,32	0,91	8,76
Região II									
Conceição do Mato Dentro	Santo Antônio	301	6,80	0,90	1,50	0,13	0,22	0,60	40,00
Dom Joaquim	Peixe	972	17,62	2,40	3,30	0,14	0,19	0,73	27,27
Ferros	Santo Antônio	4.058	80,70	3,80	19,00	0,05	0,24	0,20	80,00
Fazenda Barraca	Tanque	1.280	23,90	4,60	6,80	0,19	0,28	0,68	32,35
Senhora do Porto	Guanhães	1.521	20,70	3,70	5,80	0,18	0,28	0,64	36,21
Naque Velho	Santo Antônio	10.170	162,80	35,50	61,50	0,22	0,38	0,58	42,28
Fazenda Corrente	Corrente Grande	1.064	11,80	2,50	3,70	0,21	0,31	0,68	32,43
Porto Santa Rita	Corrente Grande	1.965	28,90	6,60	9,00	0,23	0,31	0,73	26,67
Governador Valadares (Pcd Inpe)	Doce	39.828	567,90	174,10	206,00	0,31	0,36	0,85	15,49
São Pedro do Suaçuí	Suaçuí Grande	2.610	28,10	6,90	8,40	0,25	0,30	0,82	17,86
Santa Maria do Suaçuí	São Félix	670	6,50	1,20	1,80	0,18	0,28	0,67	33,33

Sub-bacia	Rio	Área	Vazão (m³/s)			Relação			
			Q _{mlp}	Q _{7,10}	Q ₉₅	Q _{7,10} / Q _{mp}	Q ₉₅ / Q _{mp}	Q _{7,10} / Q ₉₅	Desvio (%)
Fazenda Urupuca	Urupuca	2.670	17,00	1,70	3,50	0,10	0,21	0,49	51,43
Vila Matias - Montante (Pcd Inpe)	Suaçuí Grande	10.200	81,20	13,60	17,40	0,17	0,21	0,78	21,84
Campanário	Itambacuri	732	4,70	0,20	0,60	0,04	0,13	0,33	66,67
Jampruca	Itambacuri	1.390	7,90	0,60	1,10	0,08	0,14	0,55	45,45
Tumiritinga	Doce	55.425	708,00	218,30	271,30	0,31	0,38	0,80	19,54
Dom Cavati	Caratinga	784	9,30	1,50	-	0,16	-	-	-
Barra do Cuiete	Cuiete	3.250	26,00	6,00	9,20	0,23	0,35	0,65	34,78
Resplendor	Doce	61.400	749,80	204,70	232,20	0,27	0,31	0,88	11,84
Manhuaçu	Manhuaçu	621	10,90	0,70	1,50	0,06	0,14	0,47	53,33
Fazenda Vargem Alegre	Manhuaçu	1.240	15,00	1,10	1,50	0,07	0,10	0,73	26,67
Fazenda Bragança	Manhuaçu	2.290	38,80	8,20	10,90	0,21	0,28	0,75	24,77
Santo Antônio do Manhuaçu	Manhuaçu	2.287	40,80	9,10	12,70	0,22	0,31	0,72	28,35
Dores de Manhumirim	José Pedro	390	6,90	1,40	2,00	0,20	0,29	0,70	30,00
Ipanema	José Pedro	1.420	20,50	5,20	6,30	0,25	0,31	0,83	17,46
Mutum	São Manoel	1.187	14,00	2,70	3,70	0,19	0,26	0,73	27,03
Assarai	José Pedro	3.230	35,20	9,00	11,50	0,26	0,33	0,78	21,74
São Seb. Da Encruzilhada (Pcd Inpe)	Manhuaçu	8.810	93,60	21,20	30,00	0,23	0,32	0,71	29,33
Afonso Cláudio - Montante	Guandu	466	7,60	1,00	2,00	0,13	0,26	0,50	50,00
Laranja da Terra	Guandu	1.331	17,10	4,20	5,20	0,25	0,30	0,81	19,23
Baixo Guandu	Guandu	2.135	20,00	4,30	6,20	0,22	0,31	0,69	30,65
Itagaçu - Jusante	Santa Joana	438	5,70	0,10	0,70	0,02	0,12	0,14	85,71
Jusante Córrego da Piaba	Santa Joana	873	7,90	0,50	1,10	0,06	0,14	0,45	54,55
Colatina	Doce	75.800	849,00	225,70	264,10	0,27	0,31	0,85	14,54
Ponte do Pancas	Pancas	919	10,00	0,50	1,20	0,05	0,12	0,42	58,33
Barra de São Gabriel	São José	1.022	14,10	0,80	2,10	0,06	0,15	0,38	61,90
Linhares	Doce	78.456	984,20	283,00	338,50	0,29	0,34	0,84	16,40

Fonte: RURAL MINAS; IGAM; DEA-UFV (2018)

Fonte: RURAL MINAS; IGAM; DEA-UFV (2018)



Fonte: RURAL MINAS; IGAM; DEA-UFV (2018)

2.1.2 Qualidade das Águas

Conhecer a qualidade da água de uma bacia hidrográfica é fundamental para a devida gestão dos recursos hídricos e identificação dos impactos ambientais decorrentes de atividades antrópicas e fenômenos naturais. Por meio do monitoramento, é possível gerar dados que subsidiam a definição de estratégias de implementação dos instrumentos da PNRH, além de indicadores sobre a efetividade das ações já implementadas ou em implementação.

A determinação da qualidade das águas foi realizada com base nos bancos de dados oficiais (ANA, IGAM e AGERH), considerando o Índice de Qualidade da Água (IQA).

O IQA foi criado em 1970, para avaliar a qualidade da água bruta visando seu uso para o abastecimento público, após tratamento. Os parâmetros utilizados no cálculo do IQA são em sua maioria indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos (ANA, 2018).

O índice é composto por nove parâmetros, com seus respectivos pesos, que foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água (Quadro 3). O cálculo é feito por meio do produtório ponderado dos nove parâmetros (ANA, 2018).

Quadro 3 – Parâmetros de Qualidade da Água do IQA e respectivo peso

PARÂMETRO DE QUALIDADE DA ÁGUA	PESO (w)
Oxigênio dissolvido	0,17
Coliformes termotolerantes	0,15
Potencial hidrogeniônico - pH	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO _{5,20}	0,10
Temperatura da água	0,10
Nitrogênio total	0,10
Fósforo total	0,10
Turbidez	0,08
Resíduo total	0,08

Fonte: ANA (2018)

Os valores do IQA são classificados em faixas, que variam entre os estados brasileiros (Quadro 4).

Quadro 4 - Faixas de IQA utilizadas por estado

Faixas de IQA utilizadas	Faixas de IQA utilizadas	
--------------------------	--------------------------	--

nos seguintes Estados: AL, MG, MT, PR, RJ, RN, RS	nos seguintes Estados: BA, CE, ES, GO, MS, PB, PE, SP	Avaliação da Qualidade da Água
91-100	80-100	Ótima
71-90	52-79	Boa
51-70	37-51	Razoável
26-50	20-36	Ruim
0-25	0-19	Péssima

Fonte: ANA (2018)

As águas classificadas como “Ótima”, “Boa” e “Razoável” são apropriadas para tratamento convencional visando o abastecimento público. Já as classificadas como “Ruim” ou “Péssima” não devem ser diretamente consumidas, pois são impróprias para o tratamento convencional visando abastecimento público, sendo necessários tratamentos mais avançados (AGEVAP, 2017).

A seguir, serão expostas as análises de qualidade das águas superficiais, por meio do IQA, de cada UGRH integrante da Bacia Hidrográfica do Rio Doce. Para as UGRHs localizadas no estado do Minas Gerais, foram utilizados os dados disponibilizados pelo IGAM, no período de 2014 a 2018. No estado do Espírito Santo, utilizou-se dados provenientes da AGERH, no período 2011 a 2015 (não estão disponíveis as informações posteriores a 2015).

2.1.2.1 UGRH DO1 – Piranga

A região de abrangência da UGRH DO1 apresenta 16 pontos de monitoramento (Figura 11), de acordo com o IGAM, com acompanhamento trimestral. O Quadro 5 apresenta a distribuição percentual das categorias do IQA calculado a partir da distribuição das médias anuais relativas aos anos de 2014 a 2018.

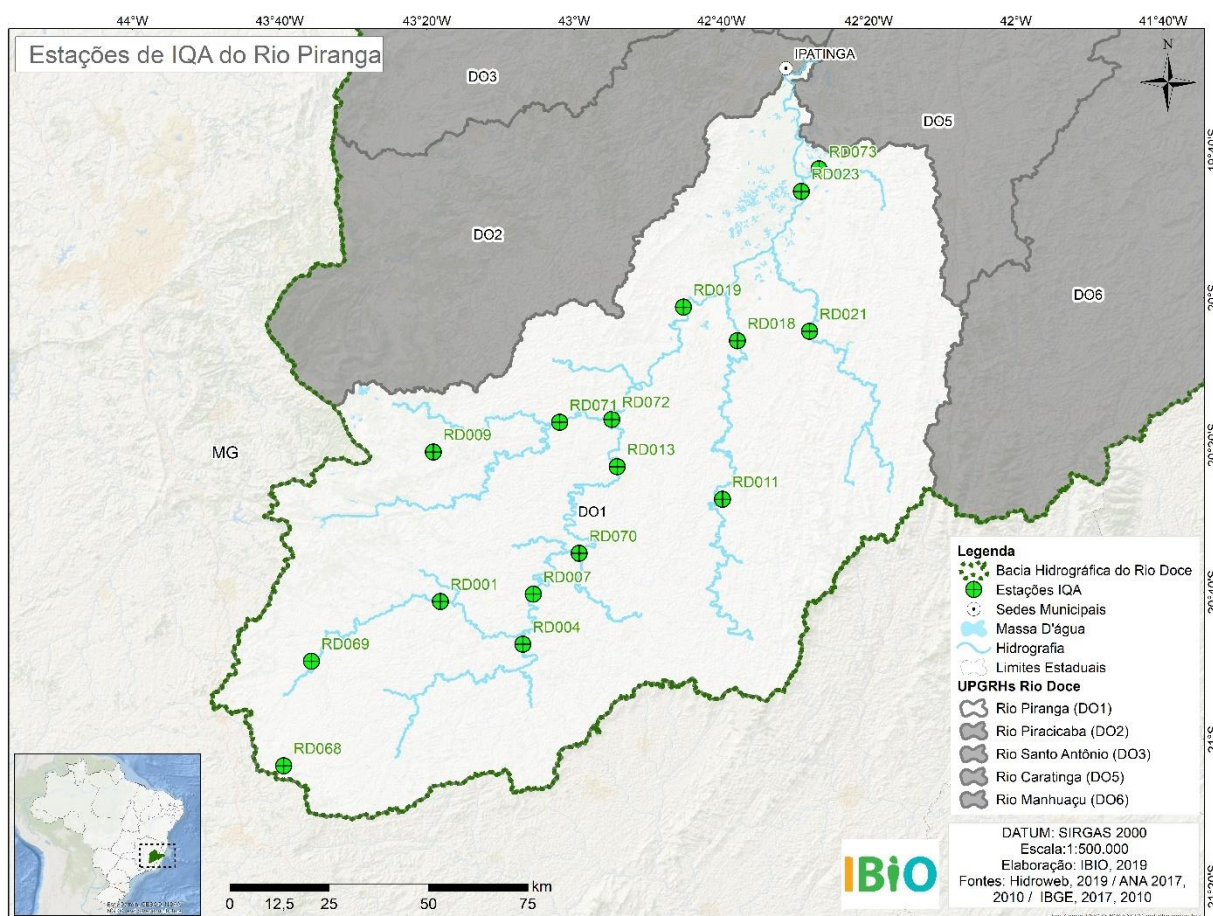


Figura 11 – Estações de Monitoramento da UGRH DO1 – Piranga

Percebe-se uma redução do número de ocorrências de IQA considerado “Bom” e um aumento na ocorrência da classificação “Razoável”. Em contrapartida, não houveram casos de IQA “Péssimo” ou “Ruim” durante o período avaliado.

Na Figura 12, observa-se o comportamento do IQA nos principais mananciais da UGRH DO1. A maior parte dos cursos d’água manteve-se na faixa considerada “Razoável” entre os anos de 2014 e 2018, com exceção dos rios Casca, em 2017, Doce, em 2014 e 2015, Turvo, em 2016, e Xopotó, nos anos de 2014 e 2016.

Quadro 5 – Distribuição das categorias do IQA na UGRH DO1 – Piranga

Classificação	2014	2015	2016	2017	2018
Péssimo	0%	0%	0%	0%	0%
Ruim	0%	0%	0%	0%	0%
Razoável	62%	62%	77%	86%	100%
Bom	38%	38%	23%	14%	0%
Ótimo	0%	0%	0%	0%	0%

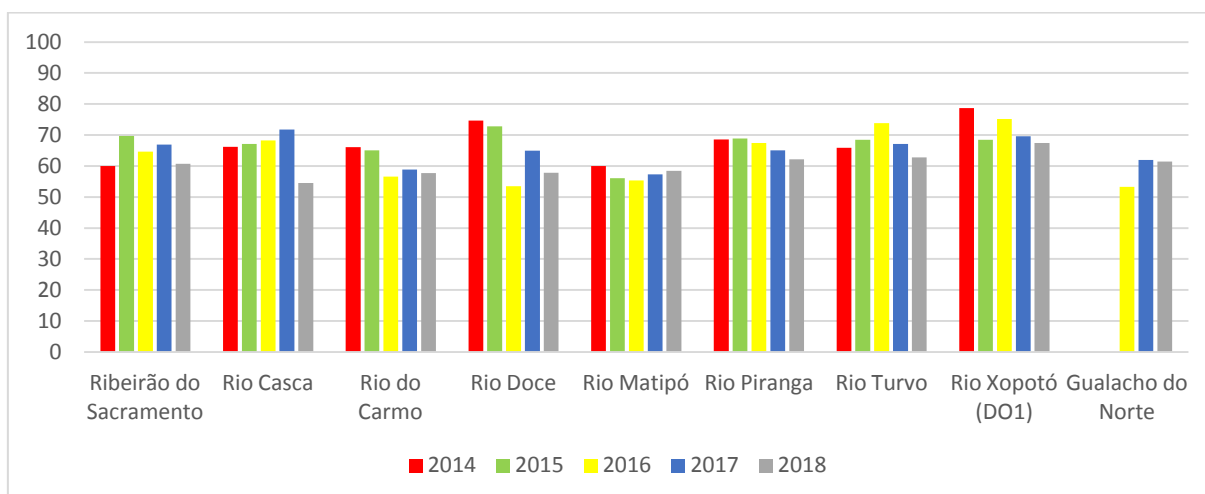


Figura 12 – Perfil do IQA na UGRH DO1 - Piranga

2.1.2.2 UGRH DO2 – Piracicaba

A UGRH DO2 possui 13 estações de monitoramento com análises trimestrais (Figura 13). O Quadro 6 apresenta a distribuição das médias anuais de acordo com as categorias do IQA entre 2014 e 2018.

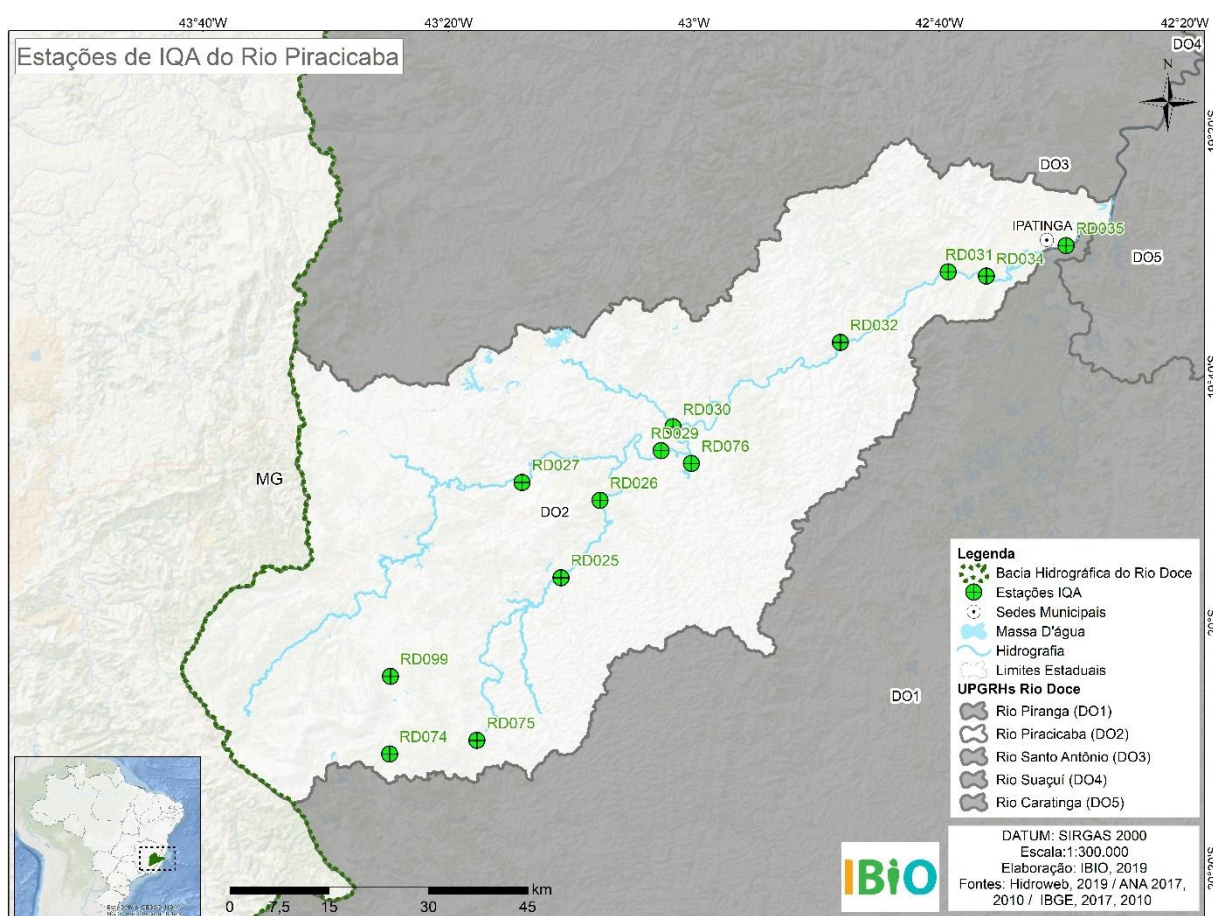


Figura 13 – Estações de Monitoramento da UGRH DO2 – Piracicaba

Quadro 6 - Distribuição das categorias do IQA na UGRH DO2 – Piracicaba

Classificação	2014	2015	2016	2017	2018
Péssimo	0%	0%	0%	0%	0%
Ruim	6%	0%	2%	7%	7%
Razoável	81%	80%	31%	87%	93%
Bom	13%	20%	33%	7%	0%
Ótimo	0%	0%	33%	0%	0%

Acerca do comportamento do IQA, na unidade de planejamento (Figura 14). Os rios do Peixe e Doce apresentaram índices variando entre “Ruim” e “Razoável”, já os rios da Prata e Piracicaba apresentaram valores predominantemente classificados como “Razoável”. Os rios Maquiné e Santa Bárbara, que apresentavam IQA considerado “Bom” nos primeiros anos do período avaliado, em 2018, foram considerados com qualidade “Razoável”.

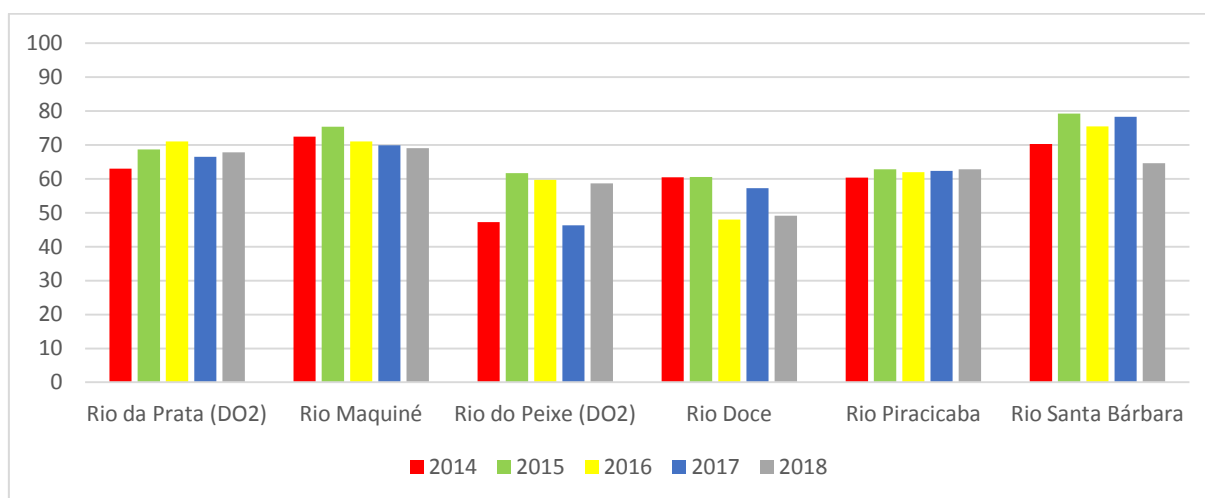


Figura 14 – Perfil do IQA na UGRH DO2 - Piracicaba

2.1.2.3 UGRH DO3 – Santo Antônio

No território da UGRH Santo Antônio há sete estações de monitoramento atualmente (Figura 15Figura 14).

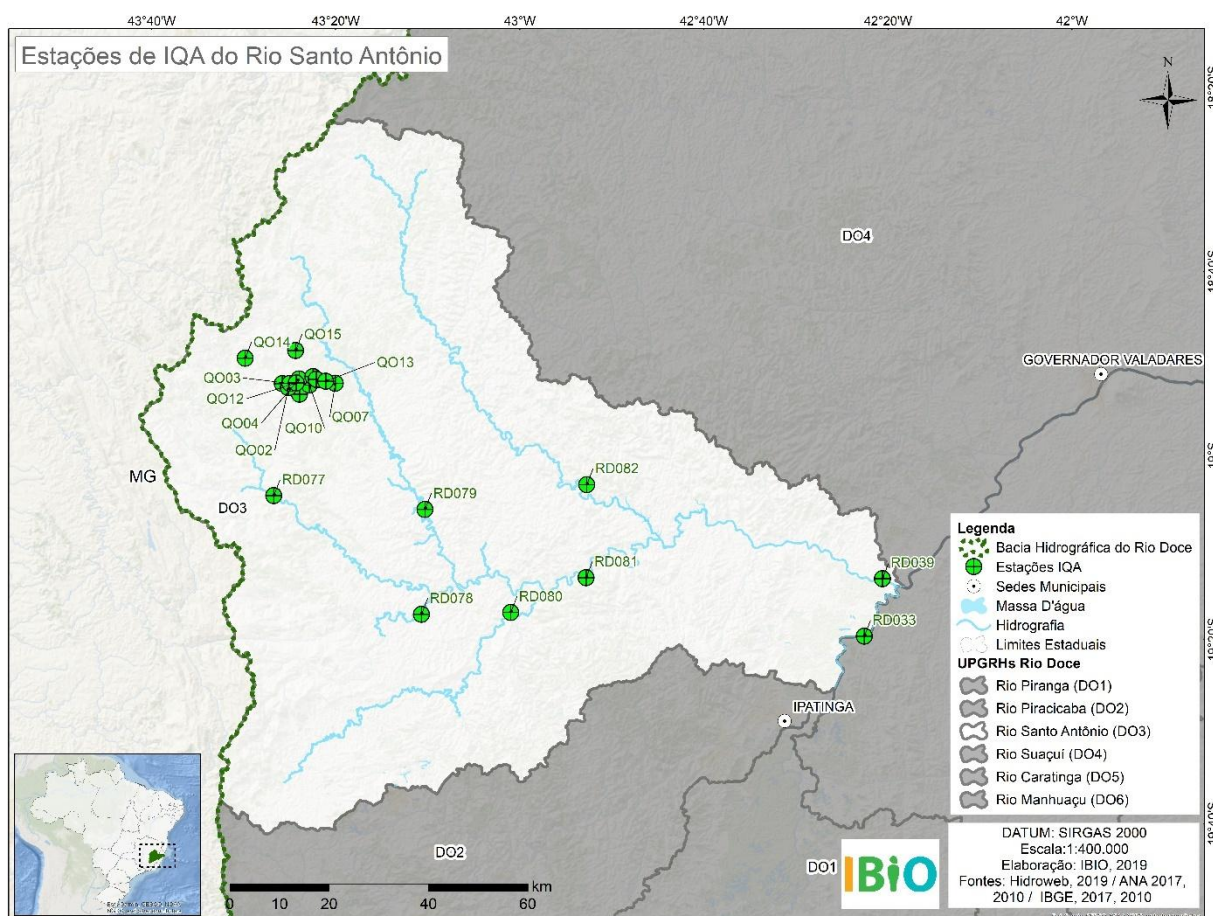


Figura 15 – Estações de Monitoramento da UGRH DO3 – Santo Antônio

Conforme é possível observar no Quadro 7, houveram ocorrências de IQA “Ruim” nos anos de 2014 e 2015. Os resultados classificados como “Razoável” tiveram um aumento nos anos de 2015, 2016 e 2017, reduzindo em 2018. Os pontos de monitoramento classificados com índice “Bom” foram superiores à 70 e 80%, respectivamente, nos anos de 2014 e 2018.

Quadro 7 - Distribuição das categorias do IQA na UGRH DO3 – Santo Antônio

Classificação	2014	2015	2016	2017	2018
Péssimo	0%	0%	0%	0%	0%
Ruim	4%	1%	0%	0%	0%
Razoável	24%	59%	43%	57%	14%
Bom	72%	40%	57%	43%	86%
Ótimo	0%	0%	0%	0%	0%

Todos os mananciais monitorados na UGRH apresentaram valores considerados “Bons” ou próximos desta faixa de IQA (Figura 16). O rio Santo

Antônio, principal curso d'água da bacia, foi considerado “Bom” em todo o período estudado.

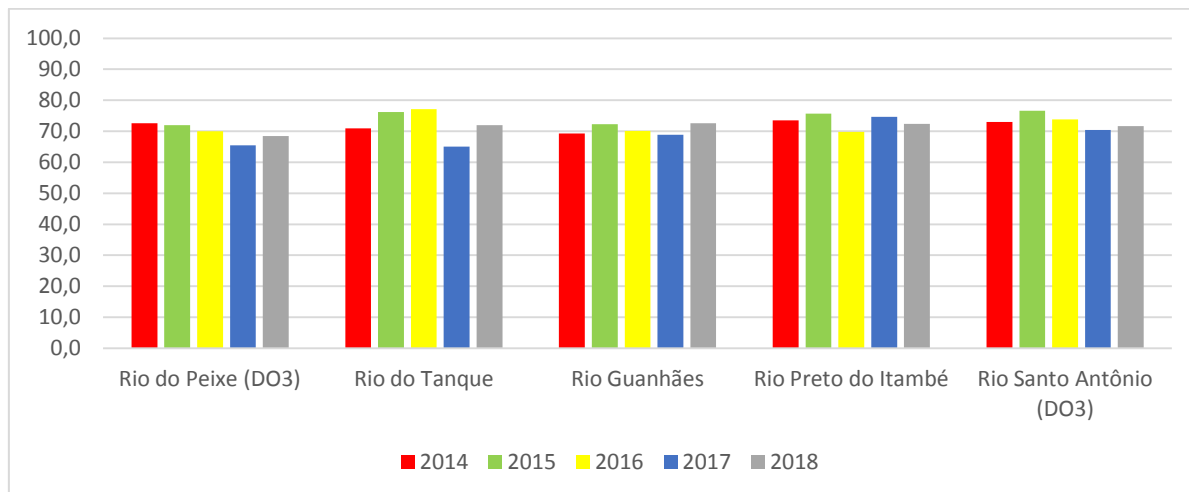


Figura 16 – Perfil do IQA na UGRH DO3 – Santo Antônio

2.1.2.4 UGRH DO4 – Suaçuí

A UGRH DO4 possui 13 pontos de monitoramento (Figura 17). Quanto à distribuição dos resultados nas classes do IQA (Quadro 8), de forma geral, houve um aumento dos resultados considerados “Razoáveis” e diminuição dos “Bons”.

Analisando a Figura 18, verifica-se que no ano de 2015, com exceção do rio do Eme, todos os mananciais monitorados apresentaram IQA “Bom”. O rio Corrente Grande foi o que apresentou os melhores valores durante o período avaliado.

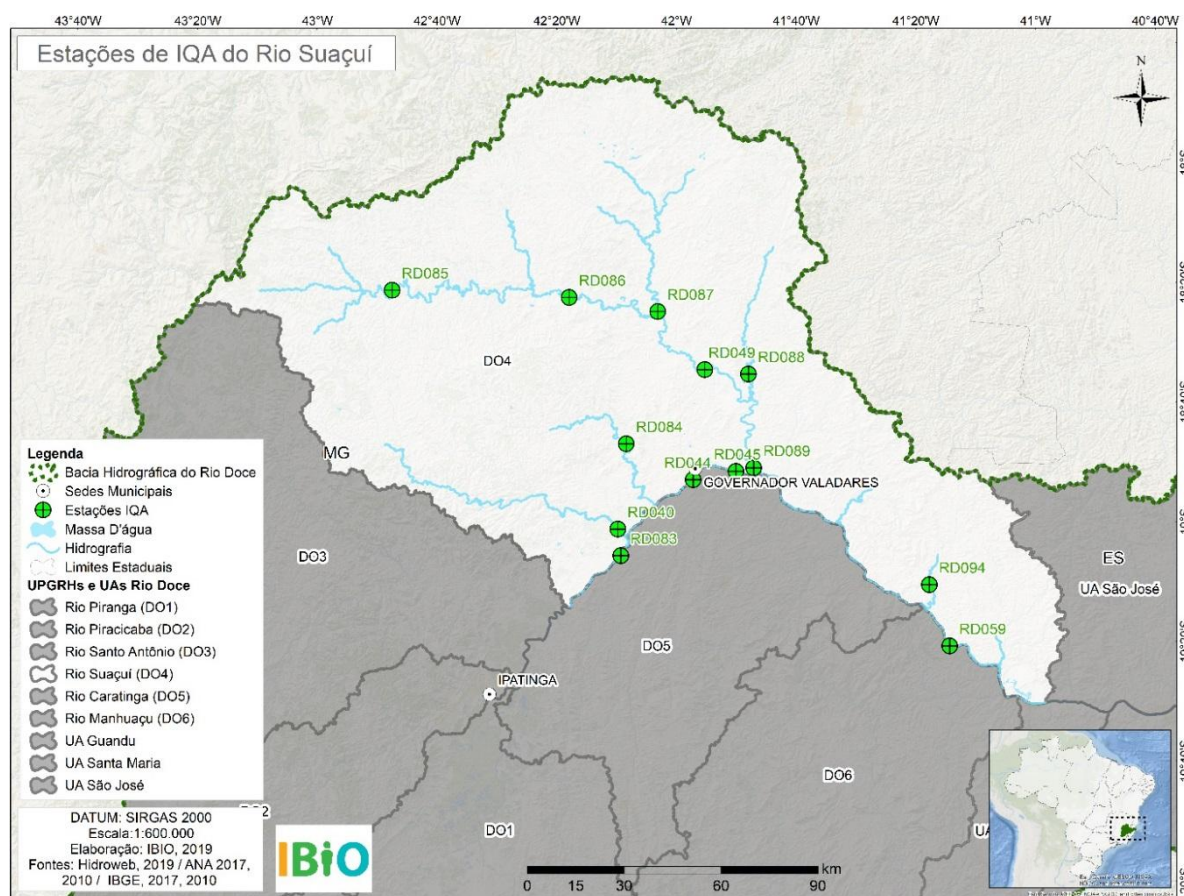


Figura 17 – Estações de Monitoramento da UGRH DO4 – Suaçuí

Quadro 8 - Distribuição das categorias do IQA na UGRH DO4 – Suaçuí

Classificação	2014	2015	2016	2017	2018
Péssimo	0%	0%	0%	0%	0%
Ruim	0%	0%	0%	0%	0%
Razoável	50%	25%	65%	60%	70%
Bom	50%	75%	35%	40%	30%
Ótimo	0%	0%	0%	0%	0%

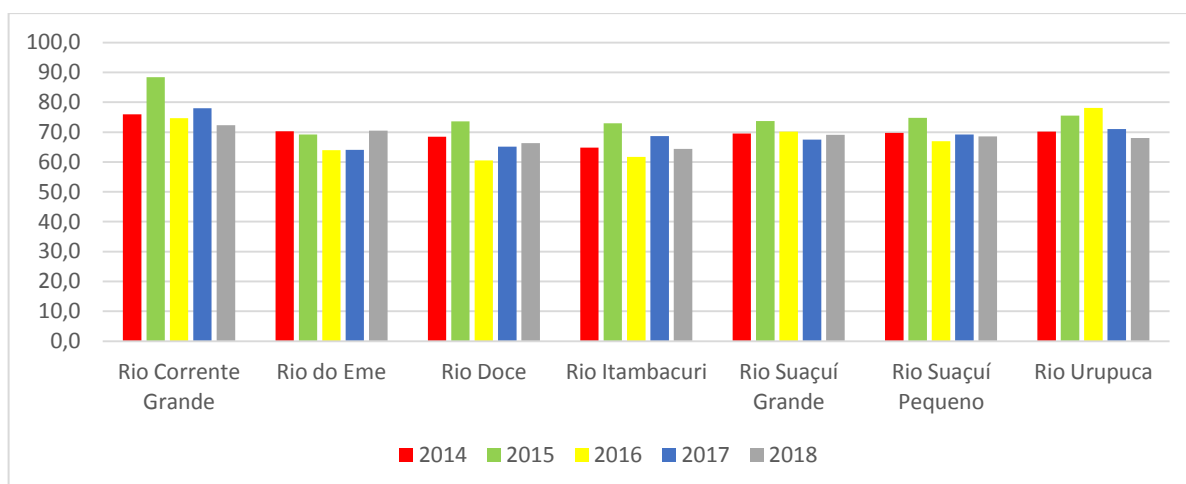


Figura 18 – Perfil do IQA na UGRH DO4 – Suaçuí

2.1.2.5 UGRH DO5 – Caratinga

Na área de abrangência da UGRH DO5 existem oito pontos de monitoramento (Figura 19). A distribuição dos resultados por categoria é apresentada no Quadro 9.

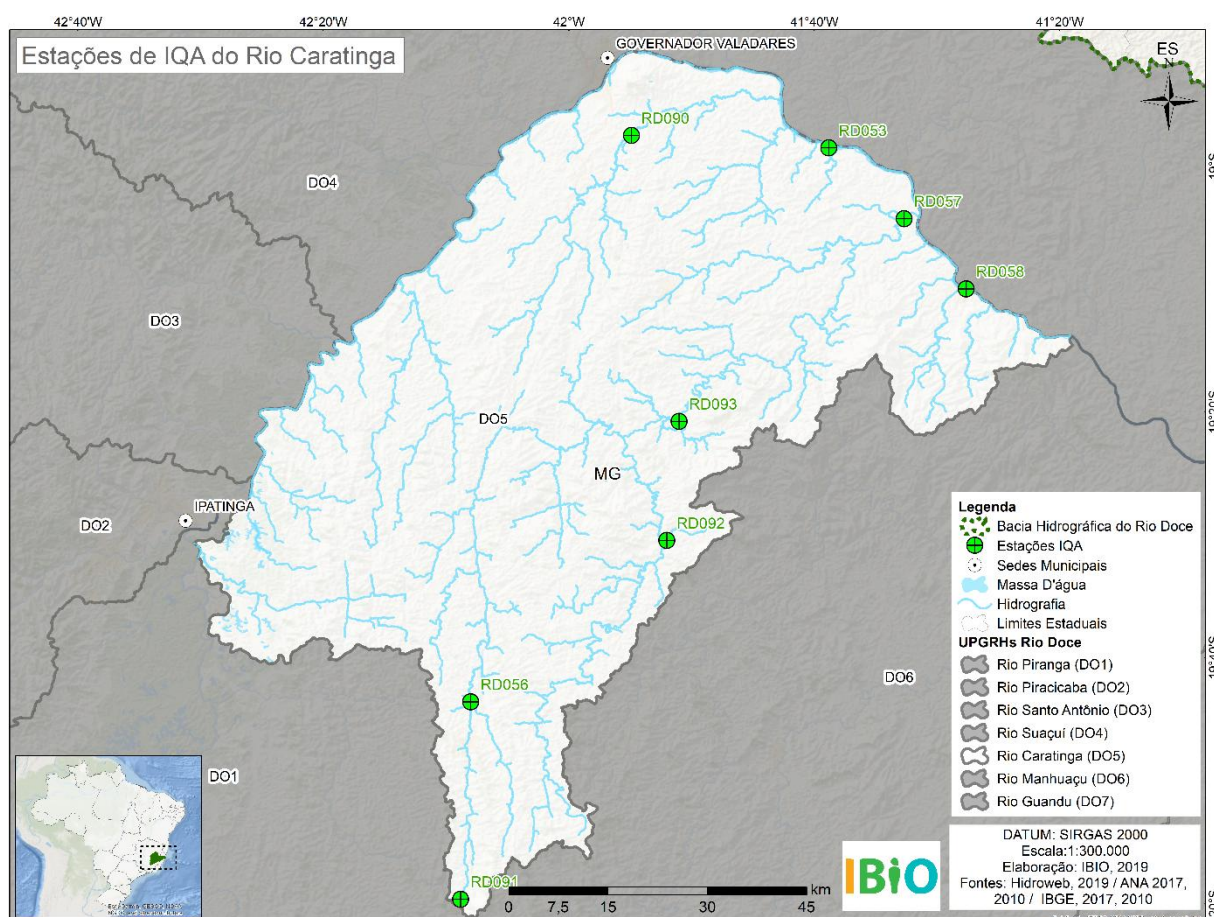


Figura 19 – Estações de Monitoramento da UGRH DO5 – Caratinga

Quadro 9 – Distribuição das categorias do IQA na UGRH DO5 – Caratinga

Classificação	2014	2015	2016	2017	2018
Péssimo	0%	0%	0%	0%	0%
Ruim	10%	10%	30%	10%	10%
Razoável	60%	60%	60%	60%	70%
Bom	30%	30%	10%	30%	20%
Ótimo	0%	0%	0%	0%	0%

Observando a Figura 20, nota-se que o curso d'água principal da bacia, o rio Caratinga, apresentou os menores valores de IQA no período avaliado, seguido pelo

rio Doce e Córrego do Pião. Apenas o ribeirão Traíras apresentou, predominantemente, valores de IQA acima de 70 (Bom).

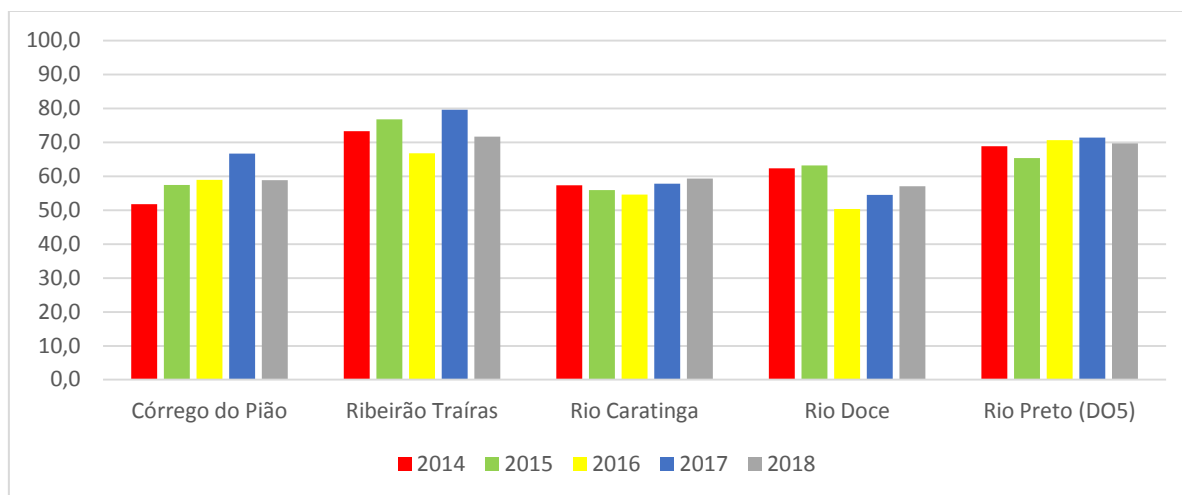


Figura 20 – Perfil do IQA na UGRH DO5 - Caratinga

2.1.2.6 UGRH DO6 – Manhauçu

Analisando as oito estações localizadas na UGRH DO6 (Figura 21), percebe-se que, entre 2014 e 2018, a qualidade da água manteve-se distribuída entre “Razoável” e “Bom”. A incidência de IQA “Bom” foi maior apenas no ano de 2015 (Quadro 10).

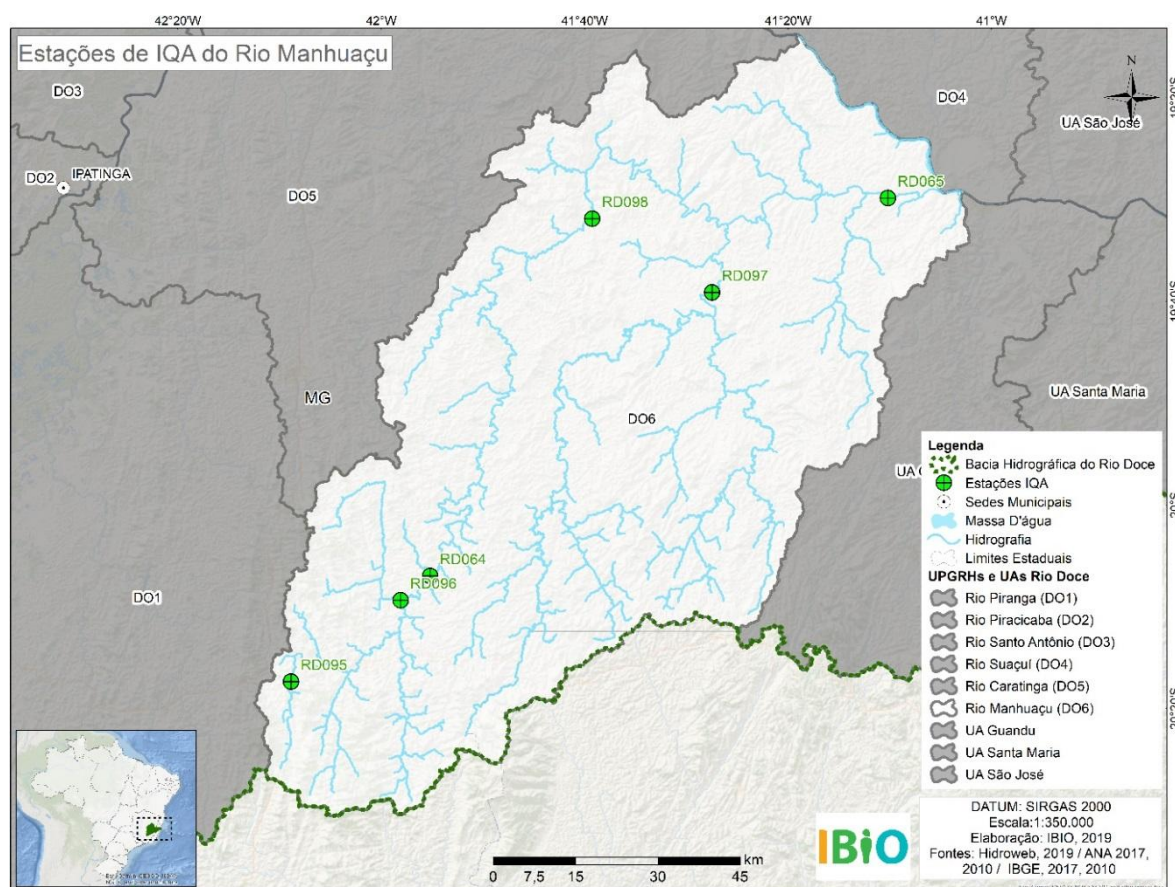


Figura 21 – Estações de Monitoramento da UGRH DO6 – Manhuaçu

Quadro 10 – Distribuição das categorias do IQA na UGRH DO6 – Manhuaçu

Classificação	2014	2015	2016	2017	2018
Péssimo	0%	0%	0%	0%	0%
Ruim	0%	0%	0%	0%	0%
Razoável	50%	25%	67%	67%	60%
Bom	50%	75%	33%	33%	40%
Ótimo	0%	0%	0%	0%	0%

Sobre os mananciais monitorados (Figura 22), os rios José Pedro e Manhuaçu (curso d'água principal) foram considerados “Bons” em todos os anos. Os demais (rio Doce e São Mateus) apresentaram resultados “Razoáveis” nos anos de 2014, 2016, 2017 e 2018, e “Bons”, no ano de 2015.

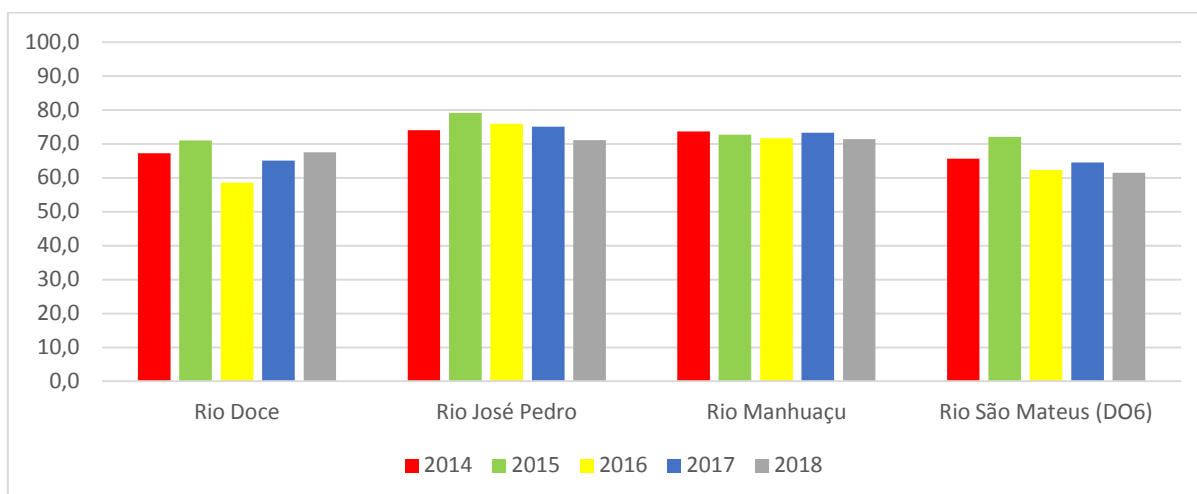


Figura 22 – Perfil do IQA na UGRH DO6 - Manhuaçu

2.1.2.7 UA – Guandu

No território da UA Guandu existem duas estações de monitoramento (Figura 23). Sobre o comportamento dos mananciais monitorados, o rio Doce apresentou IQA “Bom” durante o período 2011 a 2015, enquanto o Guandu obteve o resultado “Razoável” no ano de 2015, e “Bom” nos anos anteriores (Figura 24).

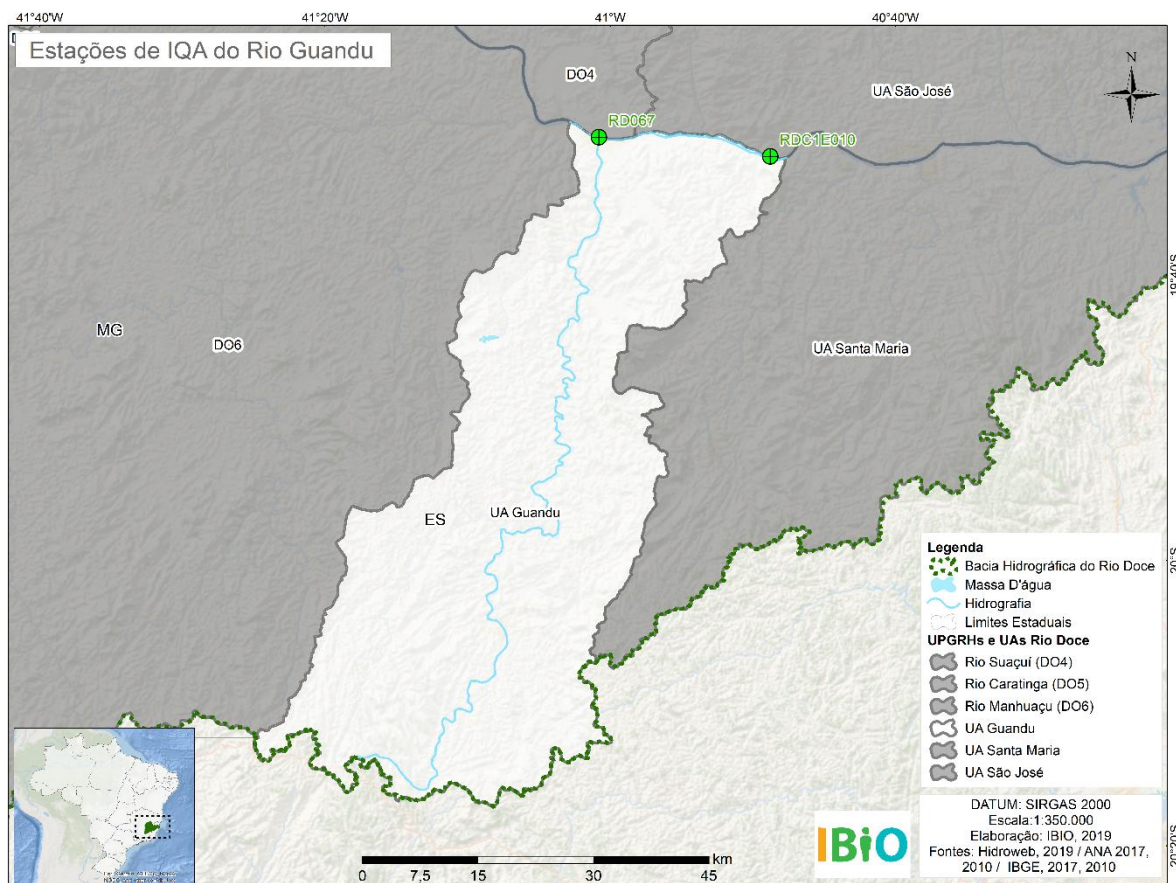


Figura 23 – Estações de Monitoramento da UA – Guandu

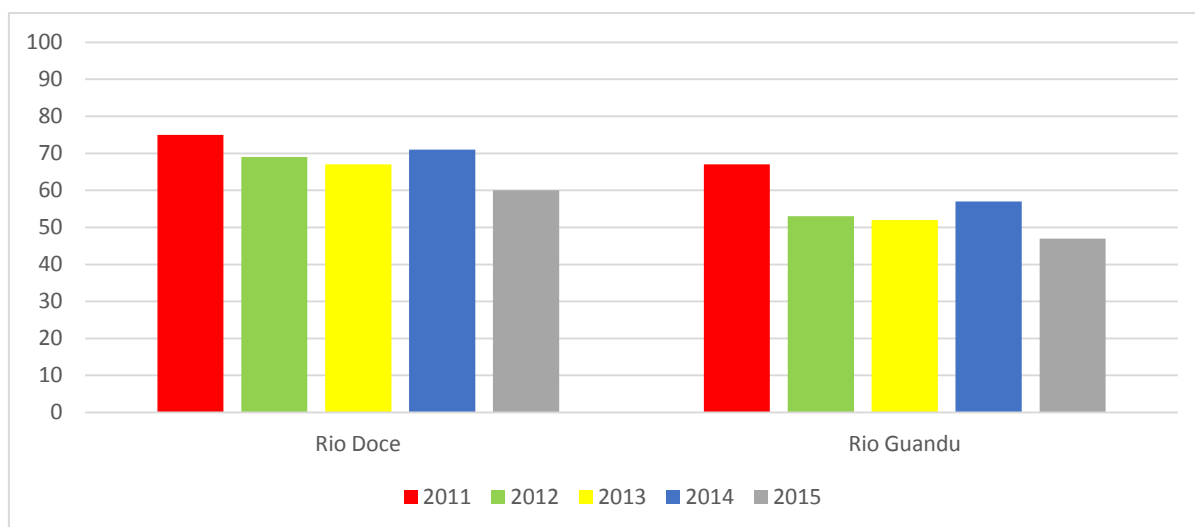


Figura 24 – Perfil do IQA na UA – Guandu

2.1.2.8 UA – Santa Maria do Doce

A UGRH DO8 apresenta duas estações de monitoramento (Figura 25). O rio Doce apresentou resultados “Bons” durante o período avaliado e o Santa Joana apresentou valores “Ótimos” em 2011 e “Bons” nos anos subsequentes (Figura 26).

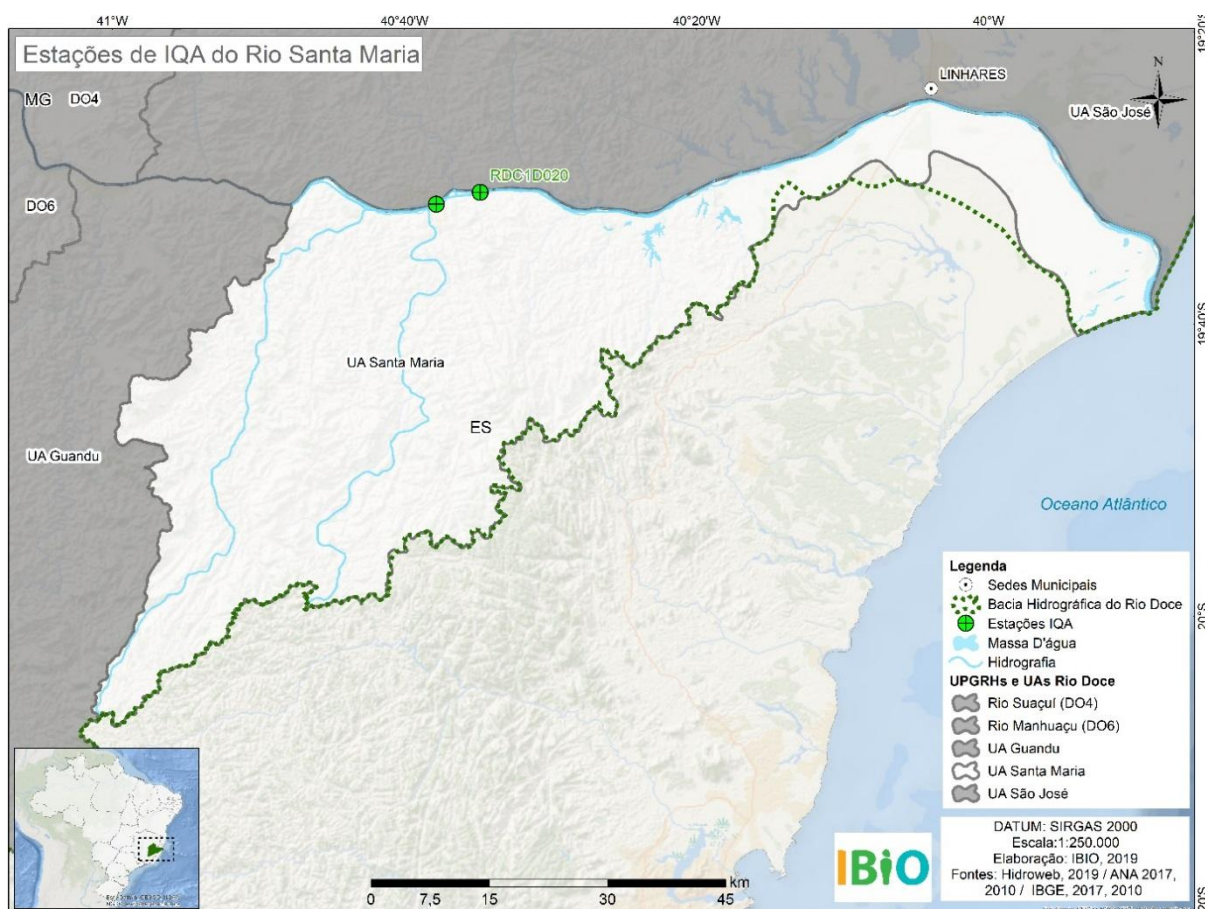


Figura 25 – Estações de Monitoramento da UA – Santa Maria do Doce

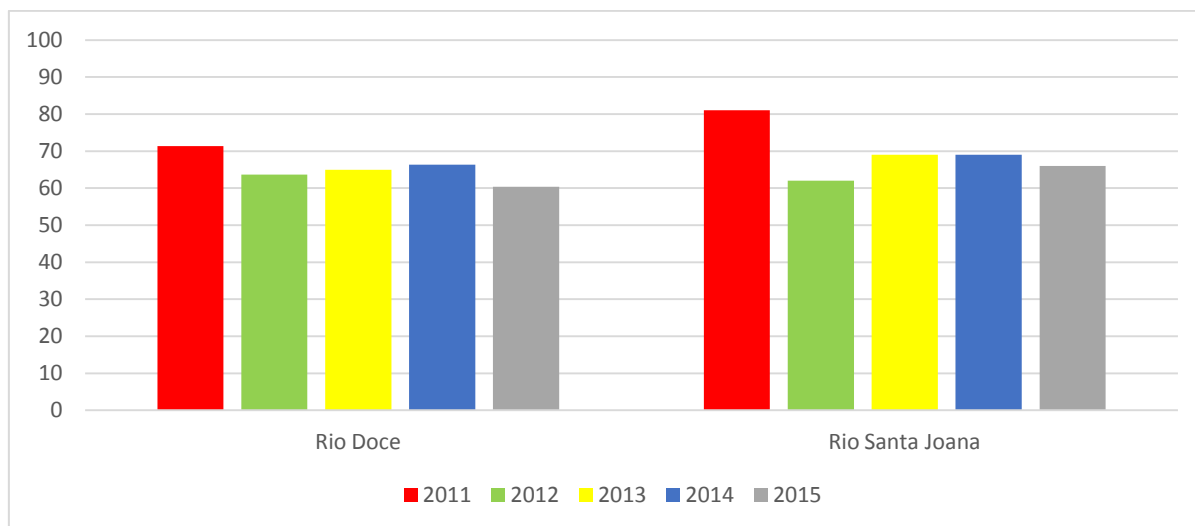


Figura 26 – Perfil do IQA na UA – Santa Maria do Doce

2.1.2.9 UA – São José

Acerca do território da UGRH DO9, existem 8 pontos de monitoramento (Figura 27). Todos os mananciais monitorados apresentaram IQA “Bom” entre 2011 e 2015 (Figura 28).

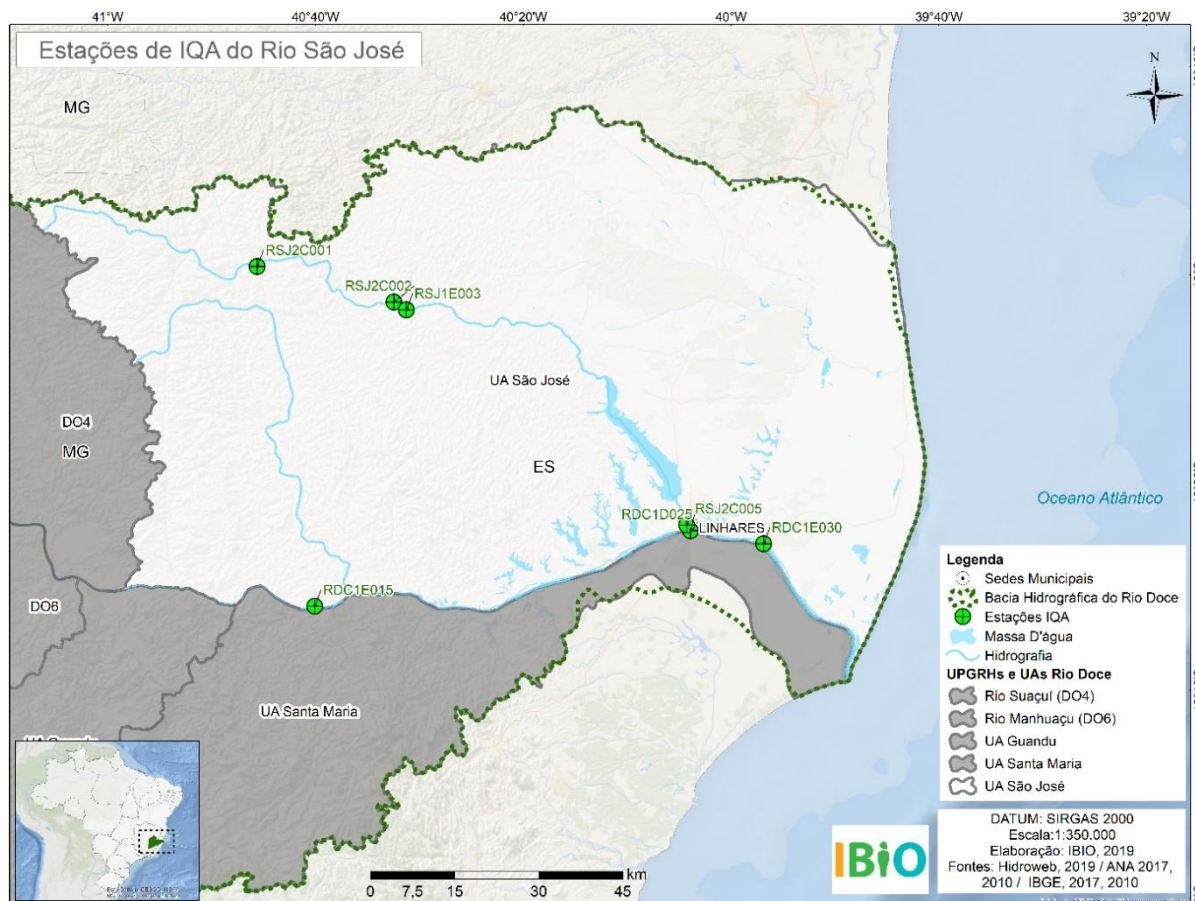


Figura 27 – Estações de Monitoramento da UA – São José

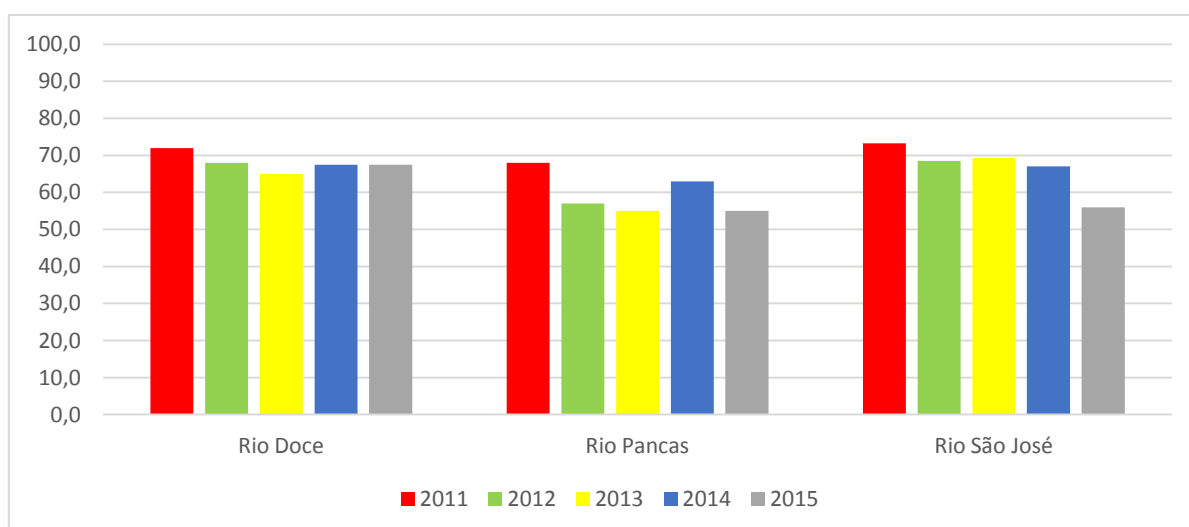


Figura 28 – Perfil do IQA na UA – São José

2.1.3 Balanço Hídrico Quantitativo

O balanço hídrico quantitativo é a razão entre a vazão de retirada para os usos consuntivos e a disponibilidade hídrica (em rios sem regularização, representada pela vazão de estiagem, ou seja, aquela com permanência de 95%; em rios com regularização, a vazão regularizada somada ao incremento de vazão com permanência de 95%).

As faixas de classificação adotadas para este índice são as mesmas utilizadas pela *European Environment Agency* e Nações Unidas, que utilizam o índice de retirada de água (*water exploitation index*). As classificações adotadas (adequadas para o caso brasileiro) são as seguintes: 40% - muito crítica; 20 a 40% crítica; 10 a 20% confortável; 5 a 10% excelente. As demandas consuntivas de água consideradas no balanço hídrico são as industriais e de irrigação (atualizadas até 2014), a de abastecimento urbano e dessedentação animal (atualizadas até 2013). A disponibilidade hídrica foi atualizada em 2015 para algumas bacias hidrográficas do País e nos reservatórios de regularização.

Na Figura 29 é possível analisar a situação quantitativa das unidades de planejamento.

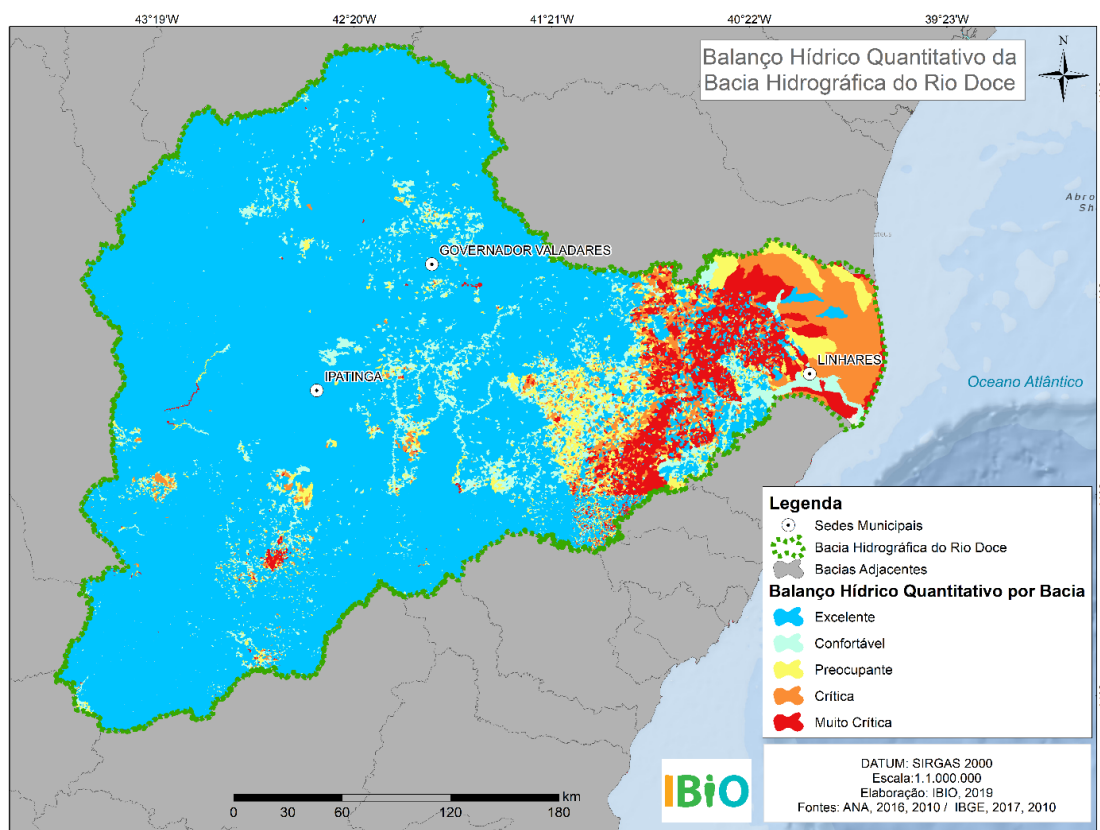


Figura 29 – Balanço Hídrico Quantitativo da Bacia Hidrográfica do Rio Doce

Na UGRH Piranga DO1, na análise por microbacia, as regiões dos municípios de Viçosa, Urucânia e São Pedro dos Ferros apresentam situações como “Muito crítica” e “Crítica”. O restante da sub-bacia se encontra na situação “Excelente”. A demanda requerida na sub-bacia é oriunda da vazão necessária para a categoria “Indústria”.

Na Bacia hidrográfica do rio Piracicaba (DO2), nas microbacias das regiões dos municípios de Santa Bárbara, Rio Piracicaba e Itabira, a situação do balanço hídrico foram classificadas como “Crítica” e “Preocupante”. A demanda requerida na sub-bacia é oriunda da vazão necessária para a categoria “Indústria”.

Na área de atuação da UGRH Santo Antônio DO3 são encontradas microbacias classificadas como “Confortável” nas áreas próximas à foz do rio Santo Antônio com o rio Doce, nos municípios de Naque e no município de Belo Oriente. Foi verificado a existência de áreas classificadas como “Muito Crítico” no ribeirão Jirau em Itabira e Santa Maria do Itabira. A demanda requerida na sub-bacia é oriunda da vazão necessária para a categoria “Abastecimento de Água”.

Na UGRH Suaçuí DO4 foram encontradas microbacias classificadas como “Crítica” e “Preocupante” nos municípios de Governador Valadares, Peçanha, Divinolândia de Minas, Marilac, Mathias Lobato, Resplendor, Itueta e Aimorés. O restante da sub-bacia se encontra classificada como “Excelente”. A demanda requerida na sub-bacia é oriunda da vazão necessária para a categoria “Abastecimento de Água”.

Foram identificadas microbacias classificadas como “Muito Crítica”, “Crítica” e “Preocupante” na porção alta e média da sub-bacia, que engloba os municípios de: Santa Bárbara do Leste, Santa Rita de Minas, Caratinga, Ubaporanga, Inhapim, Dom Cavati, São João do Oriente e Engenheiro Caldas. O restante da sub-bacia se encontra classificada como “Excelente”. A demanda requerida na sub-bacia é oriunda da vazão necessária para a categoria “Abastecimento de Água” e “Irrigação”.

Na área de atuação da UGRH Manhuaçu DO6 foram encontradas microbacias classificadas como “Críticas” e “Preocupantes” nos São José do Mantimento, Conceição do Ipanema e Mutum. Porém a situação das microbacias

dos municípios da parte baixa da sub-bacia, Pocrane Mutum e Aimorés, se encontram em grande número na classificação “Muito Crítica” e “Crítica”.

A situação da sub-bacia do rio Guandu é crítica em relação ao balanço hídrico qualitativo. Há um grande número de microbacias classificadas como “Muito Crítica” nas regiões dos municípios Laranja da Terra, Itaguaçu, Itarana e Baixo Guandu. Somente na porção alta há uma predominância de microbacias classificadas como “Excelentes”.

A bacias dos rios Santa Maria do Doce e Santa Joana se encontra em uma situação semelhante à UA Rio Guandu. A região da calha do rio Santa Joana apresenta um grande número de microbacias classificadas como “Muito Crítica”, assim como na área da foz do Rio Doce. Apenas algumas microbacias do município de São Roque do Canaã e Linhares apresentam condições “Excelentes”. A demanda requerida na sub-bacia é oriunda da vazão necessária para a categoria “Indústria” e “Obras Hidráulicas”.

A área de atuação da UA Pontões e Lagoas do Rio Doce e Barra Seca e Foz do Rio Doce é a mais crítica da Bacia do Rio Doce. Quase a totalidade da sub-bacia se encontra na situação “Muito Crítica”, “Crítica” e “Preocupante”. Apenas em algumas áreas da calha do rio Doce, há microbacias classificadas como “Excelentes”. A demanda requerida na sub-bacia é oriunda da vazão necessária para a categoria “Irrigação”.

2.1.4 Balanço Hídrico Qualitativo

O lançamento de esgotos domésticos tem sido considerado, em termos gerais, como o principal fator de degradação dos corpos d’água brasileiros, pois apenas 55% da população brasileira possui tratamento de esgoto sanitário considerado adequado, e 27% dos esgotos domésticos urbanos não são coletados e tratados (ANA, 2017).

Esses dados são corroborados de acordo com o que se visualiza na Figura 30 onde são demonstradas todas as Estações de Tratamento de Esgoto (ETE’s) existentes na Bacia Hidrográfica do Rio Doce. O baixíssimo número de ETE’s na área de abrangência do UGRH Caratinga DO5 o evidenciará como a região de situação mais crítica da Bacia, como será descrito nos dados do balanço qualitativo.

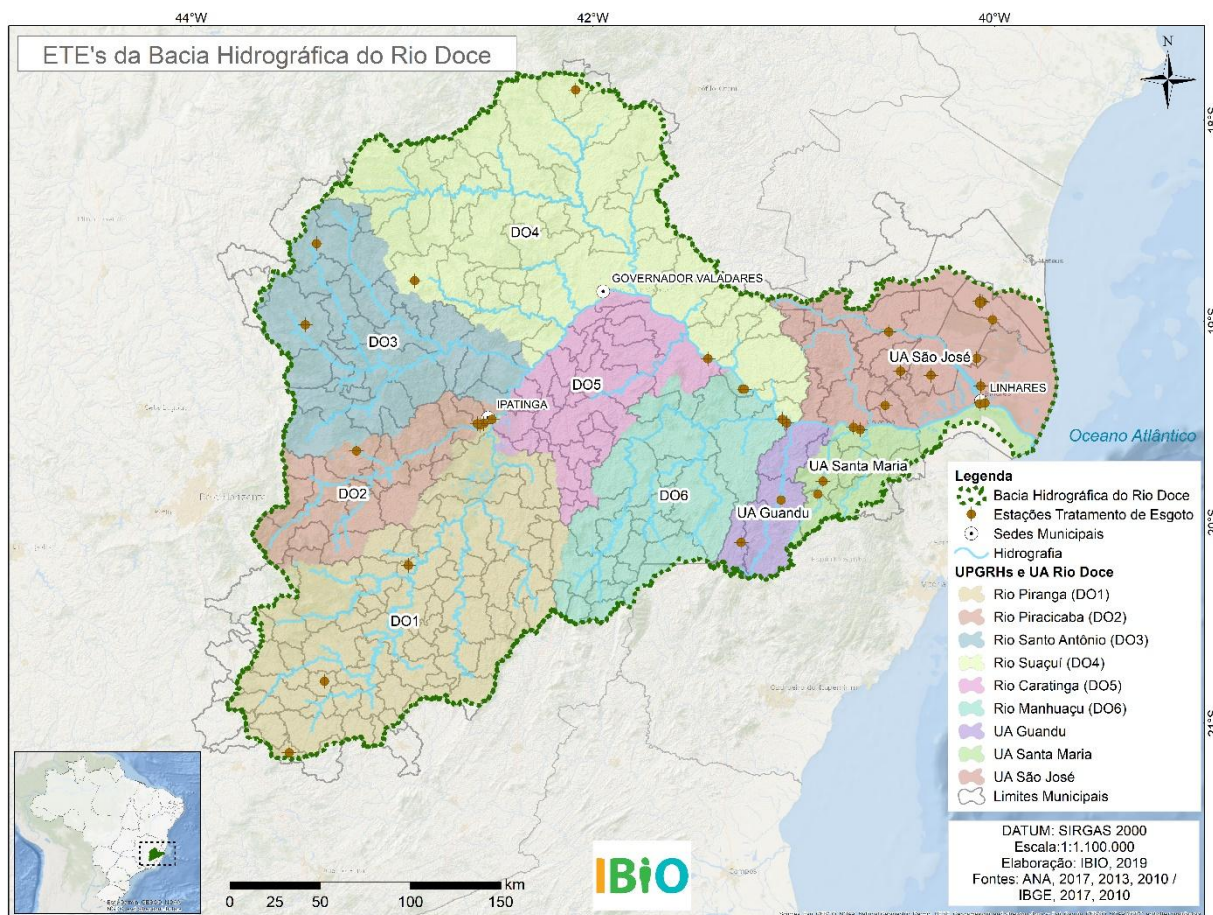


Figura 30 – Estações de Tratamento de Esgoto da BHDR

Com o intuito de gerar um diagnóstico das cargas orgânicas domésticas, inclusive nas regiões que não apresentam monitoramento, foram estimadas as cargas de esgoto doméstico urbano dos municípios brasileiros e a capacidade de assimilação dessas cargas pelos corpos d'água.

O balanço hídrico qualitativo considera a capacidade de assimilação das cargas orgânicas domésticas pelos corpos d'água. Para isso, leva-se em conta a carga de esgoto doméstico gerada, considerando a população urbana de cada município (no estudo foi considerado o Censo Demográfico do IBGE de 2010), e desse valor são subtraídos os volumes tratados de esgoto doméstico, segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, complementados com informações do Plano Nacional de Saneamento Básico - PNSB (IBGE, 2008).

Quanto à carga orgânica assimilável pelos corpos d'água, a estimativa foi feita considerando-se que todos os rios estivessem enquadrados na classe 2, segundo a

Resolução CONAMA nº 357/2005, que determina como limite máximo de $\text{DBO}_{5,20}$ o valor de 5 mg/L.

Para o cálculo do indicador do balanço hídrico qualitativo, multiplicou-se a vazão disponível pelo valor de 5 mg/L e transformou-se os dados para toneladas de $\text{DBO}_{5,20}$ /dia. O decaimento da carga orgânica no trecho a jusante do lançamento foi estimado como exponencial.

Valores superiores a um indicam que a carga orgânica lançada é superior à carga assimilável. Valores inferiores a um indicam que a carga orgânica lançada é inferior à carga assimilável. Desse modo, tem-se uma escala de valores que corresponde à seguinte relação: 0-0,5 (ótima), 0,5-1,0 (boa), 1,0-5,0 (razoável), 5,0-20,0 (ruim) e >20 (péssima).

Em um contexto geral, verifica-se que os rios principais da bacia do rio Doce possuem comprometimento inferior a 20%. Entretanto, existem pontos localizados em manchas urbanas na qual o comprometimento é grande, principalmente nas áreas das sub-bacias do rio Piracicaba, Caratinga, Manhuaçu em Minas Gerais, e Santa Maria do Doce e Santa Joana no Espírito Santo.

Na Figura 31 é possível analisar a situação qualitativa das unidades de planejamento.

Devido à ausência instrumentos para a aplicação das políticas públicas de saneamento básico e da pouca importância atribuída pela população à necessidade de exigir tais serviços com qualidade e respeito à legislação, a bacia do rio Doce encontra-se em situação muito precária quanto aos serviços de esgotamento sanitário.

Conforme observado, apenas nos trechos da porção alta do rio Piranga e da porção baixa do rio Santo Antônio (após a confluência com o rio Guanhães) se encontram na classe “Ótima”. Os trechos dos rios Piracicaba e Caratinga foram classificados como “Razoável”. No rio Doce, o trecho entre a confluência do rio Piracicaba e o rio Santo Antônio também foi classificado como “Razoável”, os demais trechos foram classificados como “Bom”.

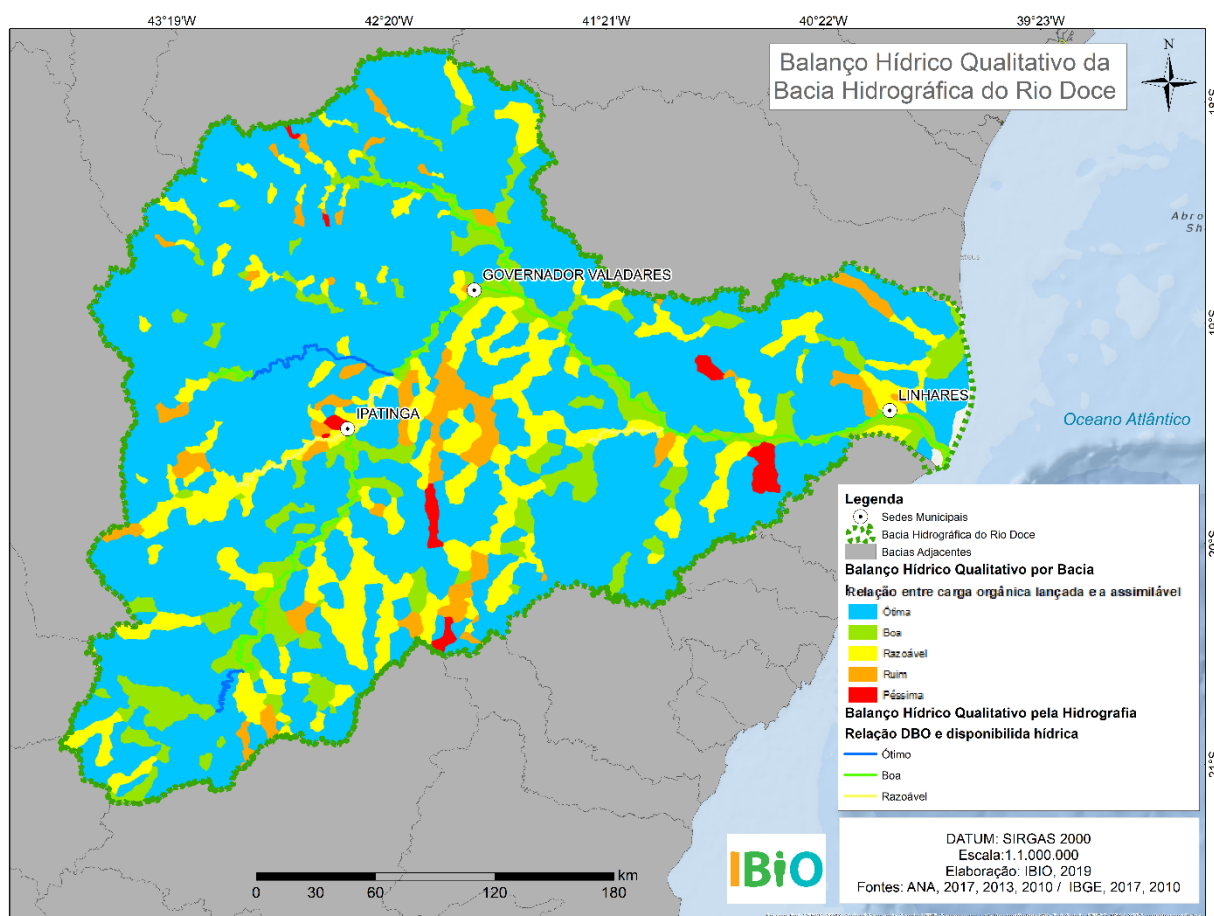


Figura 31 – Balanço Hídrico Qualitativo da Bacia Hidrográfica do Rio Doce

Na bacia hidrográfica do rio Piranga, os trechos considerados na classe “Ruim” estão localizados na região de Viçosa, Urucânia, Santa Margarida e Bom Jesus do Galho. Há o predomínio de trechos classificados como “Ótimo e Bom” na UGRH DO1.

Em relação à bacia hidrográfica do rio Piracicaba, na região de Ipatinga, o trecho avaliado foi classificado como “Péssimo”. Foram considerados “Críticos” os trechos das regiões de Barão de Cocais, Itabira Timóteo e Coronel Fabriciano.

Na bacia hidrográfica do Rio Santo Antônio, as regiões de Itambé do Mato Dentro, Belo Oriente, Itabira, Serro e Santana do Paraíso foram classificadas como “Ruim”. Grande parte da área da UGRH DO3 foi classificada como “Ótima”.

As áreas classificadas como “Péssimas” na bacia hidrográfica do Rio Suaçuí foram: Frei Lagonegro e Cantagalo. Os municípios de Guanhões, São João Evangelista, Coluna, Penha, Santa Maria do Suaçuí, Água Boa, São José da Safira, Frei Inocência e Governador Valadares tiveram microbacias classificadas como “Ruim”.

A bacia hidrográfica do Rio Caratinga foi a apresentou a situação mais crítica. As áreas classificadas como “Péssima” na UGRH DO5 foram: Santa Bárbara do Leste, Santa Rita de Minas e Caratinga. Foram classificadas como “Ruim” as microbacias localizadas nos municípios de: Ubaporanga, Inhapim, Dom Cavati, Imbé de Minas, Bugre, Iapu, Tarumirim e Engenheiro Caldas. Apenas em Vargem Alegre e na calha do rio Doce que tiveram microbacias classificadas como “Boas”.

Na UGRH DO6 (Rio Manhuaçu), foram classificadas como “Ruim” as microbacias localizadas nos municípios de Luisburgo e Manhuaçu (porção alta da bacia hidrográfica). Foram classificadas como “Ruim” as microbacias localizadas nos municípios de: Manhuaçu, Reduto, Santana do Manhuaçu, Laginha e Aimorés.

Na bacia hidrográfica do rio Guandu não foram encontradas áreas classificadas como “Ruim” ou “Péssima”. As regiões classificadas como “Razoável” foram as dos municípios de Afonso Claudio, Laranja da Terra e Baixo Guandu.

Na UA Santa Maria do Doce e Santa Joana, as microbacias classificadas como “Péssimo” estão localizadas nos municípios de São Roque do Canaã e Colatina. Os municípios que tiveram áreas consideradas como “Ruim” foram: Itarana, Itaguaçu e Colatina.

Na Bacia Hidrográfica Pontões e Lagoas do Rio Doce, São José e Barra Seca e Foz do Rio Doce, apenas na região do município de Pancas apresenta microbacias classificadas como “Péssima”. Foram classificadas como “Ruim” as microbacias localizadas nos municípios de: Jaguaré, Rio Bananal e Linhares.

Conforme apresentando acima, o índice de tratamento de esgoto doméstico é baixo em toda a extensão da bacia hidrográfica do rio Doce, o que acaba por proporcionar a piora dos índices de qualidade das águas superficiais. Corroborando com Sperling (2014), ao se analisarem as possíveis estratégias de controle da poluição no curso d’água, é fundamental que se atribua uma visão regional para a bacia hidrográfica como um todo, objetivando atingir-se a qualidade desejada para a água, ao invés de se tratar o problema pelos seus focos isolados.

Com base nas informações do balanço hídrico qualitativo, buscou-se evidenciar os municípios com maiores necessidades de tratamento e possíveis soluções para os mesmos, como é demonstrado na Figura 32. Para isso, foi considerado o Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas, pois contempla o diagnóstico do esgotamento sanitário no Brasil, com destaque para suas implicações

na qualidade dos corpos d'água receptores, os investimentos necessários de tratamento e a proposta de diretrizes e estratégia integrada para a realização das ações (ANA, 2017).

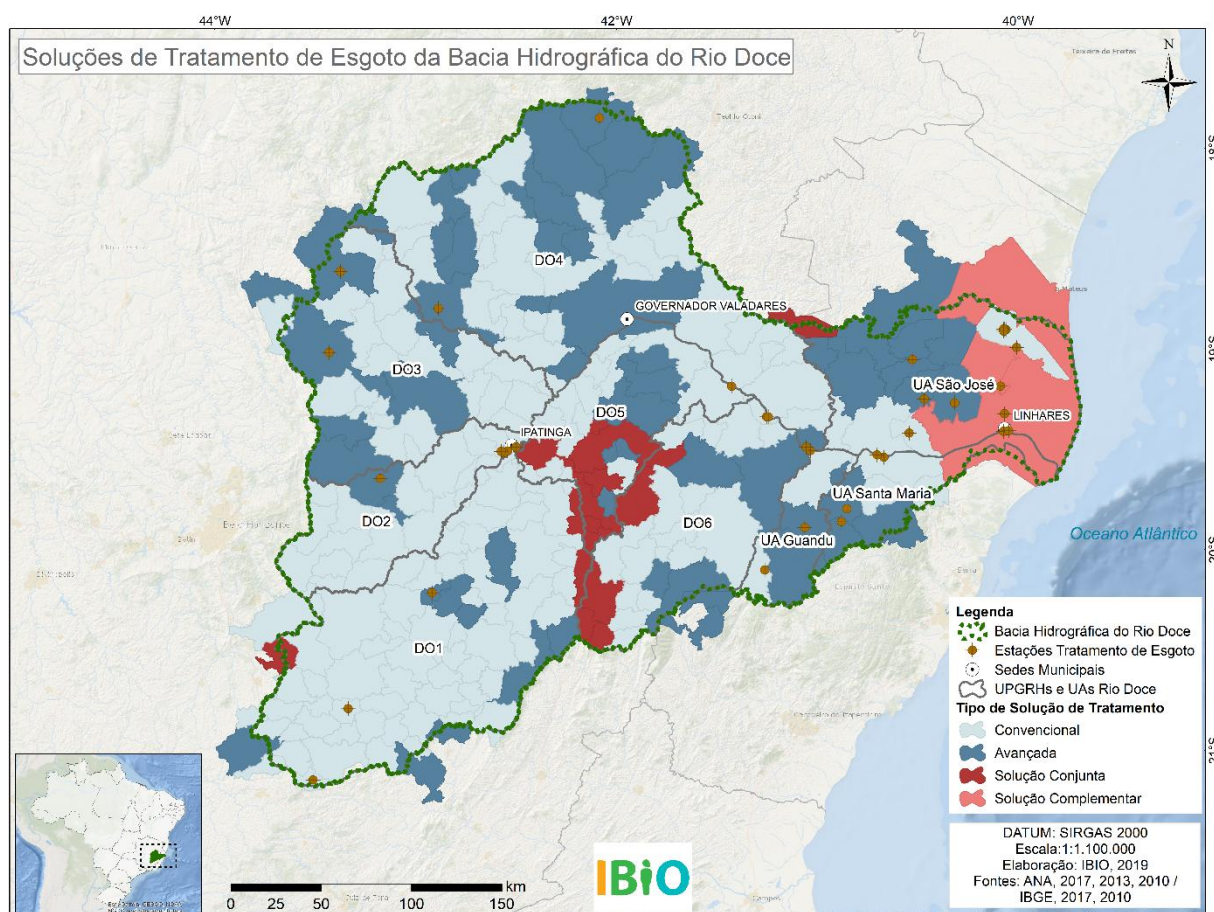


Figura 32 - Soluções de Tratamento de Esgoto da Bacia Hidrográfica do Rio Doce

A abordagem integrada desse estudo, cria embasamento técnico e estratégico e deve ser utilizado como referência na tomada de decisão, investimentos do setor de saneamento e gestão de recursos hídricos.

2.2 Demandas de Usos Múltiplos

2.2.1 Quantidade de Usos por Finalidade por Sub-bacia

De acordo com o Cadastro Nacional de Recursos Hídricos (CNAHR) da ANA (2010) há na Bacia Hidrográfica do Rio Doce 643 cadastros (direito de uso,

preventiva e uso de pouca expressão), 13 foram revogados, restando 630 cadastros, cuja finalidade de usos de água está apresentada na Figura 33.

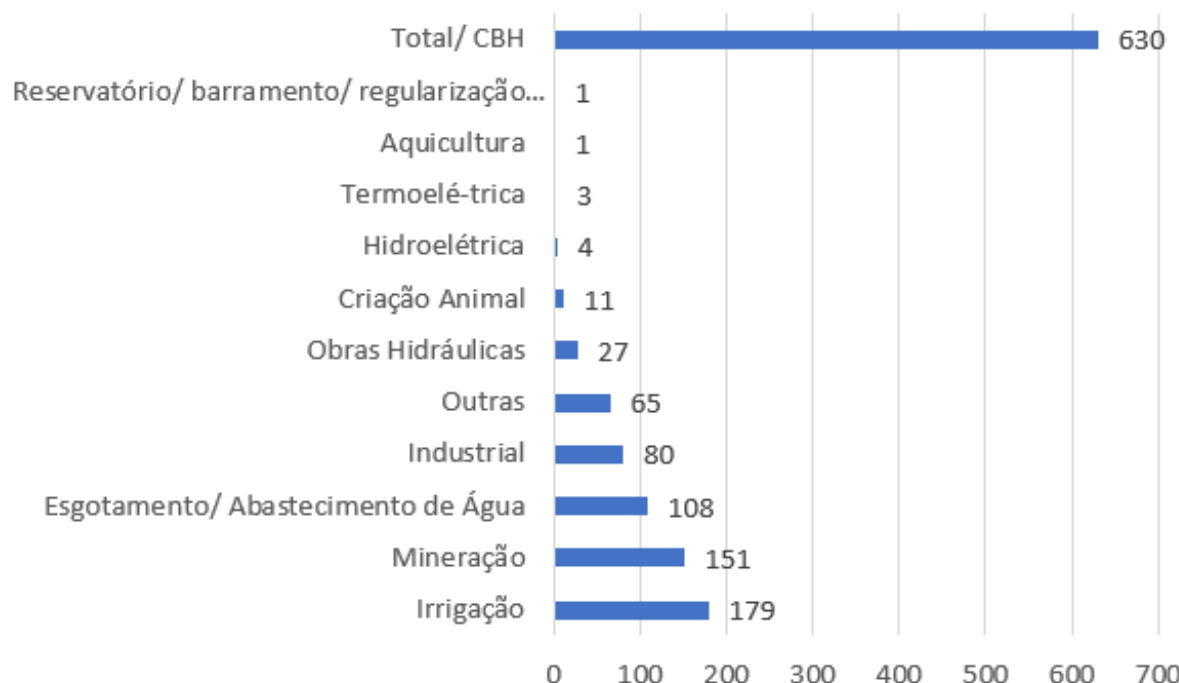


Figura 33 – Quantidade de cadastros por cada finalidade de uso de água na Bacia Hidrográfica do Rio Doce

Fonte: ANA/CNARH (2002-2018)

A maior finalidade de usos de água na Bacia Hidrográfica do Rio Doce destina-se a “Irrigação” (28,41%), seguida de “Mineração” (23,97%), “Esgotamento/ Abastecimento público de Água (17,14%) e “Industrial” (12,70%). Essas atividades juntas representam aproximadamente 82,22% da finalidade de uso da água.

Os dados referentes a finalidade de usos de água na Bacia Hidrográfica do Rio Doce estão apresentados no Quadro 11.

Quadro 11 - Finalidade de usos de água na Bacia Hidrográfica do Rio Doce

Comitê	Irrigação	Mineração	Esgotamento/ Abastecimento de Água	Industrial	Outras	Obras Hidráulicas	Criação Animal	Hidro- elétrica	Termo- elétrica	Aqui- cultura	Reservatório/ barramento/ regularização de Vazões	Total/ CBH
Piranga	8	33	14	0	3	6	1	0	0	0	0	65
Caratinga	15	12	23	5	1	4	0	0	0	0	0	60
Santo Antônio	0	1	1	5	3	0	0	0	0	0	0	10
Suaçuí	40	59	20	9	10	10	0	1	0	0	1	150
Manhuaçu	35	28	13	15	2	3	3	3	0	0	0	102
Piracicaba	3	1	4	5	0	1	0	0	0	0	0	14
Guandu	13	0	10	1	2	0	2	0	0	0	0	28
Santa Maria e Santa Joana	28	13	12	5	30	3	5	0	0	1	0	97
Pontões e Lagoas e Barra Seca e Foz Rio Doce	37	4	11	35	14	0	0	0	3	0	0	104
Total/ Finalidade	179	151	108	80	65	27	11	4	3	1	1	630^(*)
%	28,41	23,97	17,14	12,70	10,32	4,29	1,75	0,63	0,48	0,16	0,16	100,00

Fonte: ANA/CNARH (2002-2018)

^(*) Do total de 643 cadastro (direito de uso, preventiva e uso de pouca expressão) 13 foram revogados restando 630 cadastros

Os tipos de cadastros na Bacia Hidrográfica do Rio Doce no período de 2002 a 2018 estão ilustrados na Figura 34.

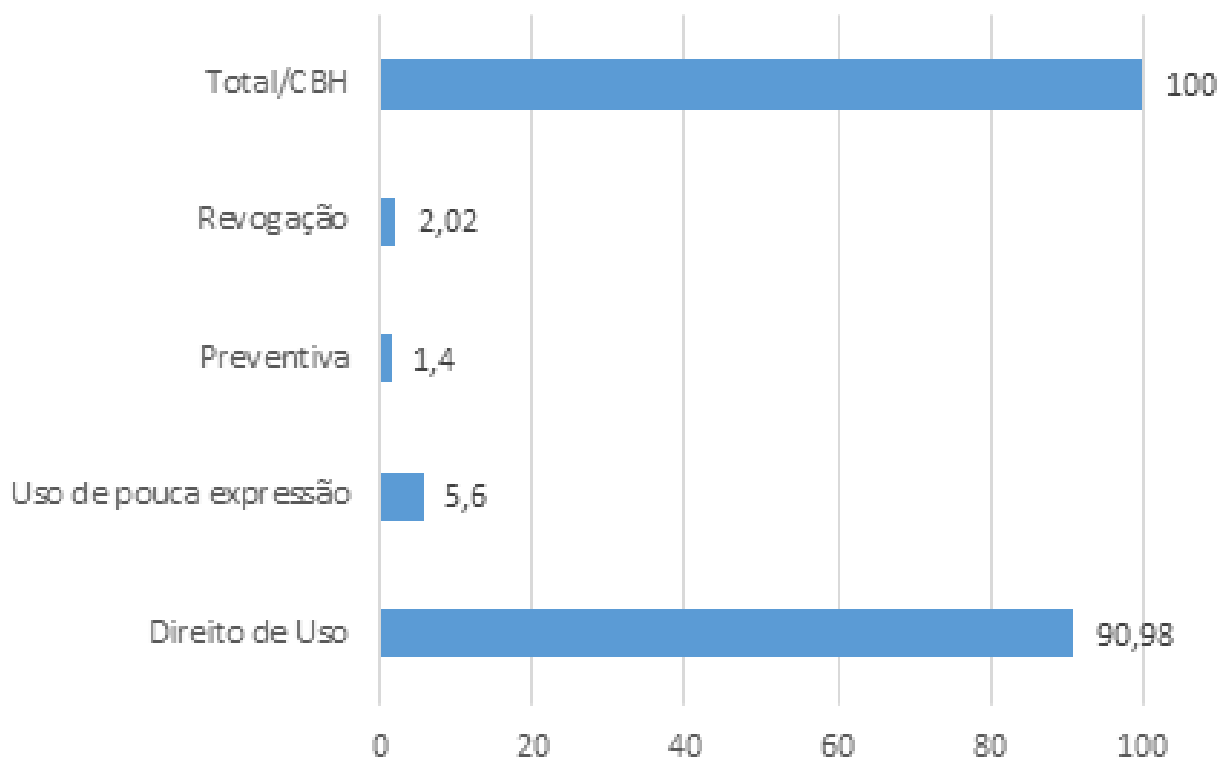


Figura 34 - Tipos de Cadastros na Bacia Hidrográfica do Rio Doce

Fonte: ANA/CNARH (2002-2018)

Mais de 90% dos cadastros na Bacia Hidrográfica do Rio Doce é do tipo “direito de uso”. No período de 2002 a 2018 o comitê do Suaçuí apresentou o maior percentual de cadastro (23,48 %), seguido do comitê dos Pontões e Lagoas e Barra Seca e Foz Rio Doce (16,49%) e Manhuaçu (16,17%) e Santa Maria e Santa Joana (15,71%). Juntos esses comitês representam 71,85% dos cadastros anuais de usuários da Bacia Hidrográfica do Rio Doce

De acordo com o CNARH da ANA (2010) os tipos de cadastro de usuários da Bacia Hidrográfica do Rio Doce estão apresentados no Quadro 12.

Quadro 12 – Tipos de Cadastros na Bacia Hidrográfica do Rio Doce

Comitê	Direito de Uso	Uso de pouca expressão	Preventiva	Revogação	Total/CBH	%
Caratinga	56	3	1	1	61	9,49
Guandu	27	1	0	1	29	4,51
Manhuaçu	97	5	0	2	104	16,17
Piracicaba	13	1	0	2	16	2,49
Piranga	64	1	0	0	65	10,11
Santa Maria e Santa Joana	90	5	2	4	101	15,71
Santo Antônio	8	1	1	0	10	1,56
Suaçuí	134	15	1	1	151	23,48
Pontões e Lagoas e Barra Seca e Foz Rio Doce	96	4	4	2	106	16,49
Total/Finalidade	585	36	9	13	643 ^(*)	100,00
%	90,98	5,60	1,40	2,02	100,00	-

Fonte: ANA/CNARH (2002-2018)

(*) Do total de 643 cadastro (direito de uso, preventiva e uso de pouca expressão) 13 foram revogados restando 630 cadastros

2.2.2 Evolução dos Cadastros na Bacia Hidrográfica do Rio Doce e nas Bacias Estaduais

O cadastro é importante instrumento para que seja iniciada a regularização do uso de água do empreendimento mediante Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos, assim como para conhecimento da demanda de água da região em que está localizado. Dessa forma, dependendo das vazões captadas, da existência de retorno da água captada aos corpos hídricos e da qualidade em que essa água retornada se encontra, são aplicados os instrumentos de gestão.

O Cadastro Anual de Usuários dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce, conforme a quantidade de água captada, quantidade de água lançada e o arrecadamento das cobranças pelo seu uso, foi obtido na plataforma CNARH, sendo identificado na base de dados 630 cadastros de usuários considerados outorgados.

O Cadastro Anual de Usuários dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce, no período de 2002 a 2018, distribuídos por Comitê, está ilustrado na Figura 35.

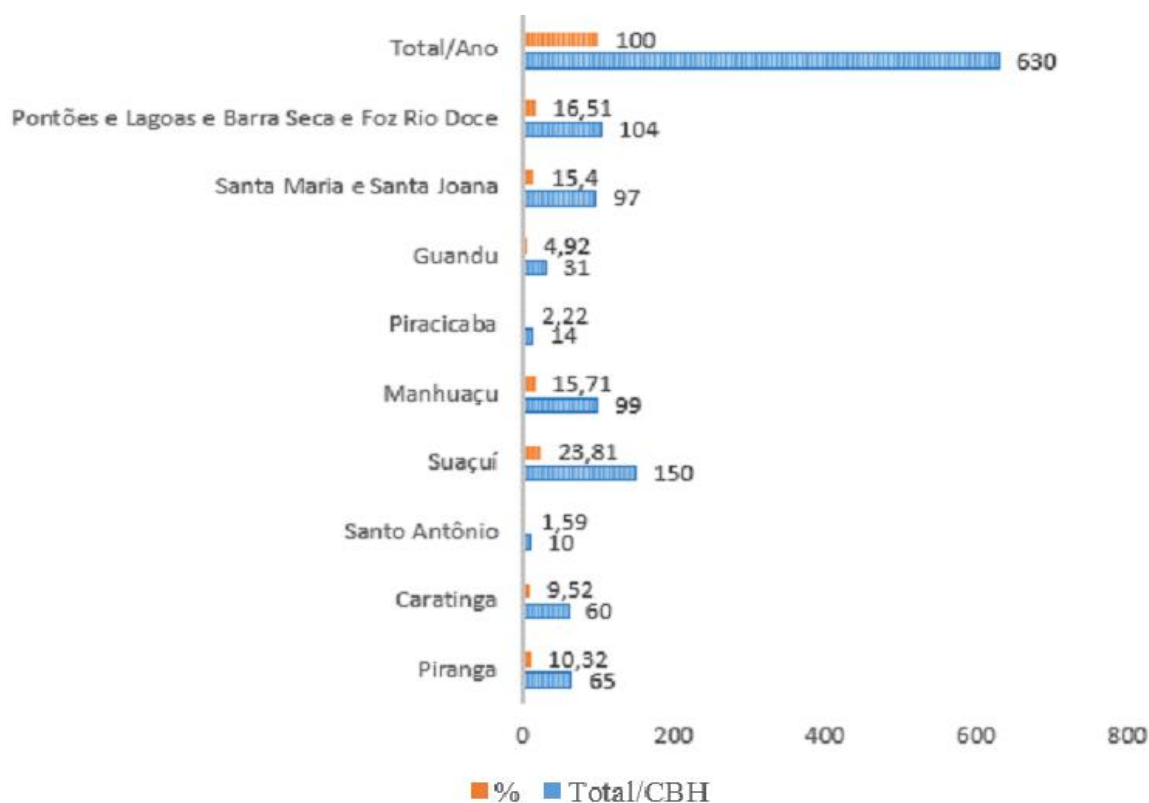


Figura 35 - Percentagem e quantidade de cadastros anuais de usuários de recursos hídricos em cada comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce

Fonte: ANA/CNARH (2002-2018)

Do total de 643 cadastro (direito de uso, preventiva e uso de pouca expressão) 13 foram revogados restando 630 cadastros

Dos cadastros anuais de usuários efetuados no período de 2002 a 2018, na Bacia Hidrográfica do Rio Doce, o comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Suaçuí é a o que apresenta o maior número, correspondendo a 23,81% do total, seguido dos comitês dos Pontões e Lagoas e Barra Seca e Foz Rio Doce (16,51%), Manhauçu (15,71%) e Santa Maria e Santa Joana (15,40%). Juntos esses comitês representam 86,39% dos cadastros anuais de usuários da Bacia Hidrográfica do Rio Doce.

Estabelecendo relação com os anos anteriores no período entre os anos de 2002-2018, verifica-se, com base nos dados disponibilizados na plataforma CNARH, que as outorgas na Bacia Hidrográfica do Rio Doce sofreram acréscimo ao longo dos anos, acompanhando a tendência do aumento do número de cadastrados na plataforma, como pode ser visualizado na Figura 36.

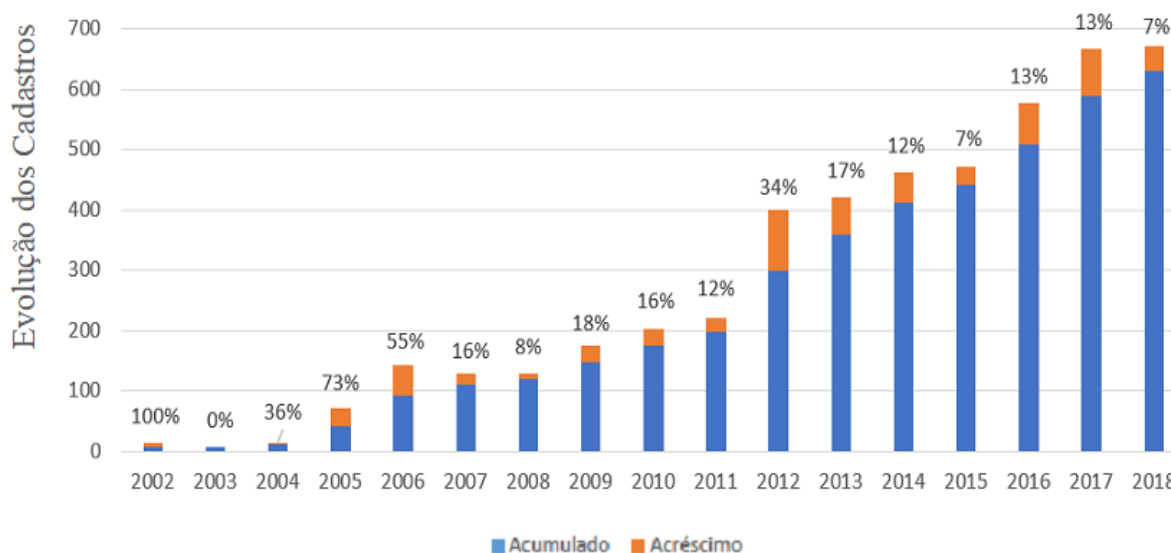


Figura 36 – Evolução dos cadastros outorgados

Fonte: ANA/CNARH (2002-2018)

De acordo com o CNARH da ANA (2010) o cadastro anual de usuários da Bacia Hidrográfica do Rio Doce está apresentado no Quadro 13.

Quadro 13 - Cadastro anual no período de 2002 a 2018 na Bacia Hidrográfica do Rio Doce

Comitê	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total/CBH	%
	Ano																		
Piranga	0	0	1	1	2	0	0	3	4	2	16	7	3	6	6	8	6	65	10,32
Caratinga	5	0	0	1	4	3	0	6	1	4	13	2	4	5	6	3	3	60	9,52
Santo Antônio	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2	1	1	1	1	0	10	1,59
Suaçuí	0	0	1	12	7	9	5	7	8	2	14	15	10	5	25	19	11	150	23,81
Manhuaçu	0	0	2	0	1	2	0	6	0	5	13	7	20	7	11	21	4	99	15,71
Piracicaba	0	0	0	0	1	0	3	2	0	0	5	0	0	0	0	1	2	14	2,22
Guandu	0	0	0	2	2	3	0	0	3	1	11	1	1	1	2	3	1	31	4,92
Santa Maria e Santa Joana	0	0	0	8	17	1	0	3	2	1	16	14	4	1	5	12	13	97	15,40
Pontões e Lagoas e Barra Seca e Foz Rio Doce	0	0	0	6	16	0	2	0	9	8	13	13	8	4	12	11	2	104	16,51
Total/Ano	7	0	4	30	51	18	10	27	28	23	101	61	51	30	68	79	42	630 ^(*)	100,00

Fonte: ANA/CNARH (2002-2018)

^(*) Do total de 643 cadastro (direito de uso, preventiva e uso de pouca expressão) 13 foram revogados restando 630 cadastros

2.2.3 Análise dos Cadastros de Usuários

Considerando todas as atividades provenientes de outorgas federais na área de abrangência dos comitês que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Doce, a vazão captada de uso de recursos hídricos na bacia, contabilizou cerca de 930.113.441m³/ano. As vazões captadas de recursos hídricos para as diferentes atividades na Bacia Hidrográfica do Rio Doce estão ilustradas na Figura 37.

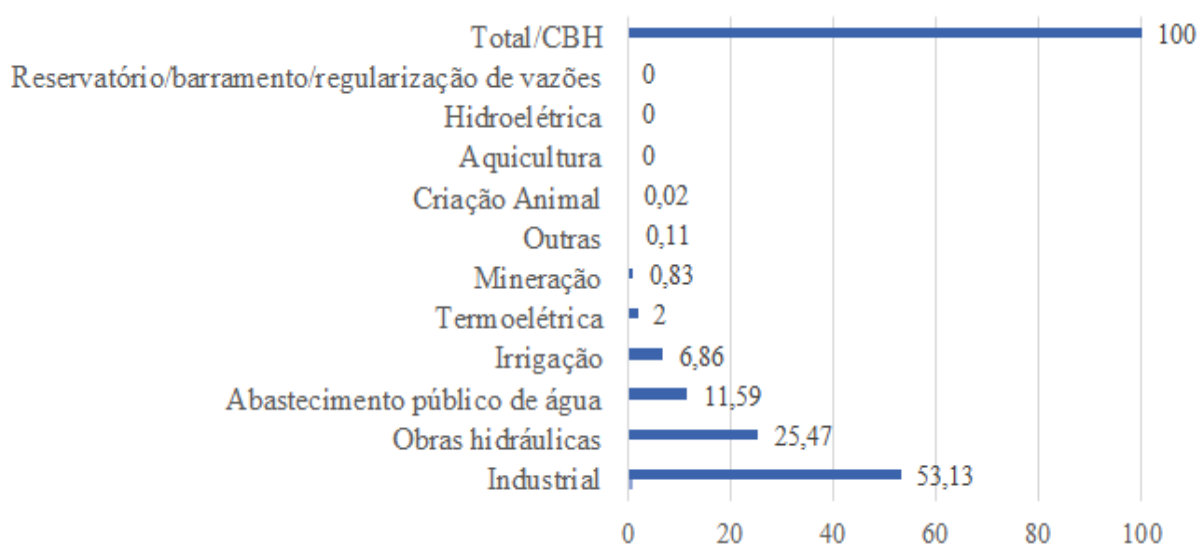


Figura 37 - Vazão captada de água para as diferentes atividades na Bacia Hidrográfica do Rio Doce

Fonte: ANA/CNARH (2002-2018)

Na Bacia Hidrográfica do Rio Doce, a maior vazão captada de água destina-se ao uso indústria (53,13%), seguido de obras hidráulicas (25,47%), abastecimento público de água (11,59%) e irrigação (6,86%). Essas atividades juntas representam mais de 97,05% da vazão captada de água.

O Comitê Pontões e Lagoas e Barra Seca e Foz Rio Doce é o que responde pela maior vazão de captação (56,28%)

Os dados referentes a vazão captada de água na Bacia Hidrográfica do Rio Doce estão apresentados no Quadro 14.

Quadro 14 - Vazão captada de água por atividade e área de abrangência na Bacia Hidrográfica do Rio Doce (m³/ano)

Comitê	Industrial	Obras hidráulicas	Abastecimento público de água	Irrigação	Termoe-létrica	Mineração	Outras	Criação Animal	Aquicul-tura	Hidroelétrica	Reservatório/ barramento/ regularização de Vazões	Total/CBH	%
Piranga	0	1507380	6654884	7399961	0	1633660	151586	7200	0	0	0	17354671	1,87
Caratinga	1845256	291600	18138281	8322577	0	971210	5280	0	0	0	0	29574204	3,18
Santo Antônio	140268770	0	678900	0	0	32314	548940	0	0	0	0	141528924	15,22
Suaçuí	1151514	1123158	60807730	6580549	0	2656787	36360	0	0	0	0	72356098	7,78
Manhuaçu	737772	38565	4769798	2560999	0	859578	29200	37663	0	0	0	9033575	0,97
Piracicaba	63177850	13140000	0	170787	0	31536	0	0	0	0	0	76520173	8,23
Guandu	0	0	5769339	941360	0	0	1440	16384	0	0	0	6728523	0,72
Santa Maria e Santa Joana	285576000	220786080	3675696	12119412	0	962592	205668	116868	0	0	0	523442316	56,28
Pontões e Lagoas e Barra Seca e Foz Rio Doce	1382050	0	7285964	25710278	18623760	534624	38281	0	0	0	0	53574957	5,76
Total/Finalidade	494139212	236886783	107780592	63805.92 3	18623760	7682301	1016755	178115	0	0	0	930113441	100,00
%	53,13	25,47	11,59	6,86	2,00	0,83	0,11	0,02	0,00	0,00	0,00	100,00	-

Fonte: ANA/CNARH (2002-2018)

Na Bacia Hidrográfica do Rio Doce, as categorias que retornam água (vazão lançada) nos corpos hídricos são: “esgotamento sanitário”, “indústria”, “termoelétrica”, “aquicultura”, “obras hidráulicas” e “outros”. Esta informação é importante para o controle da qualidade das águas que retornam a natureza e, desta forma, é possível entender quais seguimentos da economia possuem maior propensão a poluir, facilitando o direcionamento dos esforços para a fiscalização e controle dos empreendimentos com as finalidades supracitadas. As vazões lançadas pelas diferentes atividades na Bacia Hidrográfica do Rio Doce estão ilustradas na Figura 38.

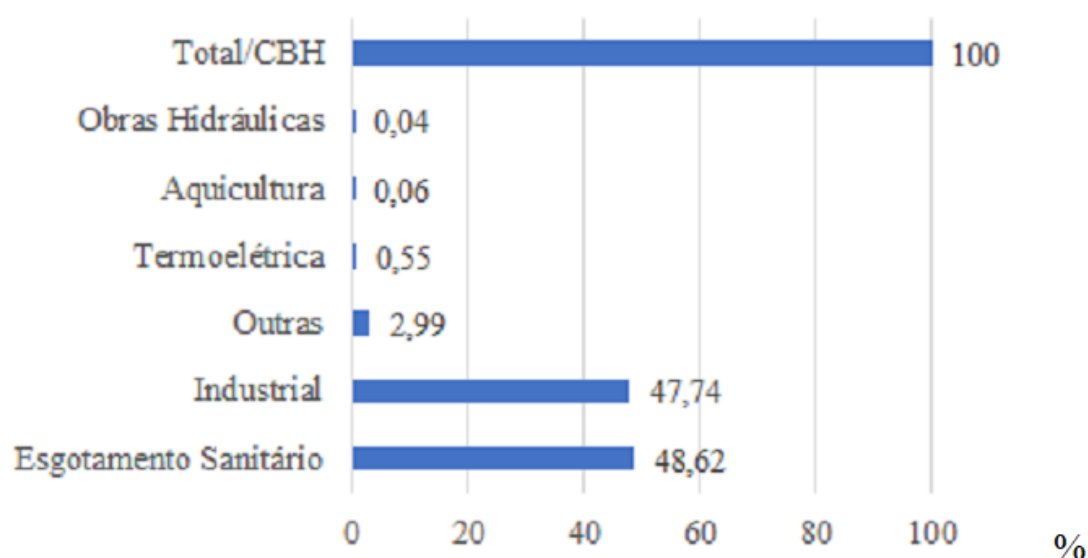


Figura 38 - Percentual de vazão lançada na Bacia Hidrográfica do Rio Doce por atividade
Fonte: ANA/CNARH (2002-2018)

As maiores vazões lançadas na Bacia Hidrográfica do Rio Doce são oriundas de esgotamento sanitário e industrial, ambos representam mais de 96% da vazão de lançamento. A Bacia Hidrográfica do Rio Santo Antônio é a que efetua a maior vazão de lançamento (45,8%), seguido Piracicaba (22,06%), Suaçuí (9,98%) e Pontões e Lagoas e Barra Seca e Foz Rio Doce (8,55%). Esses Comitês juntos representam 86,39% da vazão lançada.

Considerando todas as atividades provenientes de outorgas federais na área de abrangência dos comitês que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Doce, a vazão captada de uso de recursos hídricos na bacia, contabilizou cerca de $930.113.441 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}$, enquanto que a vazão lançada foi de aproximadamente $269.858.626 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}$.

Os dados referentes a vazão lançada na Bacia Hidrográfica do Rio Doce
estão apresentados no Quadro 15.

Quadro 15 - Vazão lançada por atividade e área de abrangência na Bacia Hidrográfica do Rio Doce (m³/ano)

Comitê	Esgotamento Sanitário	Industrial	Outras	Termoelétrica	Aquicultura	Obras Hidráulicas	Total/CBH	%
Piranga	6.847.780	0	788	0	0	87	6.848.655	2,54
Caratinga	11.096.906	125.560	0	0	0	0	11.222.466	4,16
Santo Antônio	0	123.586.080	0	0	0	0	123.586.080	45,80
Suaçuí	26.324.063	502.725	0	0	0	102.098	26.928.886	9,98
Manhuaçu	5.679.984	735.793	0	0	0	0	6.415.777	2,38
Piracicaba	59.448.601	73.000	0	0	0	0	59.521.601	22,06
Guandu	5.649.586	105.000	104.682	0	0	0	5.859.268	2,17
Santa Maria e Santa Joana	332.421	2.367.101	3.532.603	0	172.800	0	6.404.925	2,37
Pontões e Lagoas e Barra Seca e Foz Rio Doce	15.819.158	1.342.508	4.437.622	1.471.680	0	0	23.070.968	8,55
Total/Finalidade	131.198.499	128.837.767	8.075.695	1.471.680	172.800	102.185	269.858.626	100
%	48,62	47,74	2,99	0,55	0,06	0,04	100,00	-

Fonte: ANA/CNARH (2002-2018)

2.3 Regulação e Fiscalização do Uso dos Recursos Hídricos

A regulação e fiscalização dos usos de recursos hídricos é uma competência decorrente do instrumento de outorga, por meio dos quais o poder público faz o controle administrativo, exercendo poder de polícia, sobre o uso do bem público, a água. Em corpos d'água de domínio da União são de competência da ANA e naqueles de domínio dos estados e do Distrito Federal são competência dos respectivos órgãos gestores. (ANA, 2014).

Os órgãos gestores se utilizam de instrumentos de caráter educativo-repressivo. As penalidades ocorrem em ordem gradativa: advertência, multa simples, multa diária, embargo provisório e embargo definitivo. Em casos de infrações mais graves, pode-se optar pela aplicação direta de multa, de acordo com o estabelecido em resolução. A ANA utiliza ainda o Protocolo de Compromisso para corrigir as irregularidades com grande complexidade que exigem prazos mais longos ou maior investimento por parte do usuário para corrigi-las. Para tanto, faz-se necessária a proposição, por parte do usuário, de cronograma de atividades a ser apreciado e aprovado agência (ANA, 2014).

As atividades de fiscalização dos usuários dos recursos hídricos são de fundamental importância, pois visa a verificação do cumprimento dos termos e condições previstos nas outorgas e regras de restrição de uso das águas, a identificação e autuação de usuários irregulares, e a garantia do uso múltiplo das águas para que sejam mitigados possíveis conflitos que envolvam, principalmente, bacias em situação crítica.

O controle dos usuários de maior porte é realizado também por meio do monitoramento dos volumes de água captado, por meio de sistemas de medição. Os dados referentes às vazões e volumes captados são encaminhados pelos usuários à ANA por meio da declaração anual de uso dos recursos hídricos (DAURH), via Internet. Regras específicas para envio da DAURH estão estabelecidas para as bacias dos rios Doce, Quaraí, São Marcos, São Francisco, e Preto, Bezerra e Verde Grande, afluentes do São Francisco.

Em Minas Gerais a fiscalização ambiental e aplicação das sanções por infração às normas de proteção ambiental, encontra-se disciplinadas nas Leis nº

7.772/80 - Política de Proteção, Conservação e Melhoria do Meio Ambiente (MINAS GERAIS, 1980), 13.199/99 - Política Estadual de Recursos Hídricos (MINAS GERAIS, 1999), 14.181/02 - Política de Proteção à Fauna e à Flora Aquáticas e de Desenvolvimento da Pesca e da Aquicultura (MINAS GERAIS, 2002), 20.922/2013 - Política Florestal e de Proteção à Biodiversidade (MINAS GERAIS, 2013). Encontram-se disposições pertinentes à fiscalização também no Decreto estadual n. 44.844/08 (MINAS GERAIS, 2008) que disciplina as infrações ambientais e as respectivas penalidades, ainda e atribui aos fiscais dos órgãos ambientais o poder de polícia administrativa e lhes garante o direito de entrada e permanência, pelo tempo que for necessário, em estabelecimentos e propriedades públicas e privadas.

Especificamente para acompanhar os trabalhos de recuperação da Bacia Hidrográfica do Rio Doce foi criado Comitê Interfederativo (CIF) em resposta ao desastre provocado pelo rompimento da barragem de Fundão, da mineradora Samarco, em 05 de novembro de 2015, no município de Mariana (MG). Sua função é orientar e validar os atos da Fundação Renova, instituída pela Samarco e suas acionistas, Vale e BHP Billiton, para gerir e executar as medidas de recuperação dos danos resultantes da tragédia.

O Comitê é presidido pelo IBAMA e é composto por membros do Ministério do Meio Ambiente; do Governo Federal; dos estados de Minas Gerais e do Espírito Santo; e dos municípios de Minas Gerais e do Espírito Santo afetados pelo rompimento da barragem. Também fazem parte representantes do Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Doce - CBH-Doce (ASCOM-SISEMA, 2018).

No ano de 2018 foi aberto o calendário das atividades de acompanhamento e fiscalização das ações de recuperação da Bacia Hidrográfica do Rio Doce, no território que compreende os Estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Nos dias 29 e 30 de janeiro de 2018, membros do CIF se encontraram em Brasília para a 22ª reunião ordinária do órgão, criado após o rompimento da Barragem de Fundão, em Mariana. O CIF tem a função de orientar e validar os atos da Fundação Renova, unidade instituída pela Samarco e suas acionistas, Vale e BHP Billiton, para gerir e executar as medidas de recuperação dos danos resultantes da tragédia.

Na lista de medidas de mitigação dos impactos da tragédia, o presidente do CIF, destacou pelo menos duas iniciativas. “Na área socioeconômica, as aprovações

importantes como a do cadastro das pessoas atingidas. São grandes blocos de cadastro já finalizados, restando agora um pequeno número de pessoas que ainda não foram alcançadas, mas que representam minoria”, afirmou o presidente. Ele informou que parte desse grupo já recebeu algum tipo de reparação.

Do ponto de vista ambiental foi ressaltado o monitoramento da qualidade da água implantado ao longo da Bacia do Doce após a tragédia, o que fez dela a bacia mais bem monitorada do país. “Essa é uma importante conquista, que é a implantação de 102 pontos de monitoramento, sendo que 22 desses são automáticos e capazes de fornecer dados sobre a qualidade da água em tempo real”, disse. De acordo com presidente do CIF, a implantação do sistema fez da Bacia Hidrográfica do Rio Doce a maior rede de monitoramento de água do país. Atualmente, segundo ele, o Rio Doce tem apresentado bons índices de qualidade.

O primeiro encontro de 2018 teve os trabalhos iniciados pela Secretaria Executiva do Comitê e seguiu com as discussões das câmaras técnicas de Gestão de Rejeitos e Segurança Ambiental; de Restauração Florestal e Produção de Água; de Economia e Inovação; e de Conservação e Biodiversidades. Todas as câmaras que discutem as reparações socioambientais contam com a participação de técnicos do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Minas Gerais (Sisema).

Sobre a reunião foram dados importantes encaminhamentos com base nas discussões das 11 câmaras técnicas que compõem o CIF. Esses grupos têm como diretriz programas e assuntos diversos para mitigação e controle do rompimento da barragem e para cumprimento de medidas compensatórias.

Um dos pontos positivos do encontro foi ter sido aprovada a deliberação para publicação do edital de pagamento de serviços ambientais em uma área piloto de 600 hectares. A meta é recuperar a área total, de 40 mil hectares. O projeto inclui ainda a recuperação de mais 2 mil hectares que estão na área mais impactada pela lama – entre Mariana e a Usina Risoleta Neves (Candonga), além de 5 mil nascentes localizadas na área impactada pela onda de rejeitos de mineração. Juntas, elas somam cerca de 5 mil hectares, o que totaliza um escopo de 47 mil hectares para ações de recuperação ambiental.

Balanço do monitoramento feito pelo CIF sobre as ações da Fundação Renova mostra que entre os 42 programas em andamento muitos estão em fase adiantada, outros em execução e muitos com atrasos constatados.

Além dos avanços já apontados por ele, o presidente apontou ações desafiadoras, listadas em duas categorias: o controle definitivo dos efeitos do rompimento e a mitigação dos danos causados às pessoas.

Na área ambiental, que a finalização da dragagem dos rejeitos é ação prioritária, meta que está atrasada, segundo ele. Outro atraso tem relação com as questões socioeconômicas, especialmente para geração de renda.

O acordo firmado para recuperação da Bacia Hidrográfica do Rio Doce prevê um prazo de 15 anos. “O acordo tem cláusulas que dão obrigações à Samarco e suas controladoras e cria uma estrutura de governança que acompanha o cumprimento das metas. Caso elas não sejam atendidas, estão previstas penalidades”, afirma o presidente. Ele informou que em decorrência de atrasos, já foram aplicadas multas no valor de R\$ 6 milhões, montante que será dividido entre quatro municípios impactados pela tragédia: Rio Doce, Santa Cruz do Escalvado, Barra Longa e Mariana.

Em 2017, foram realizadas 39 campanhas de fiscalização do uso de recursos hídricos pela ANA, resultando em 635 usuários vistoriados e aplicação de 406 autos de infração (incluindo advertências, multas e embargos) (ANA, 2018).

2.4 Implementação dos Instrumentos de Gestão

2.4.1 Plano Diretor de Recursos Hídricos

De acordo com a Lei 9.433 de 1997 (BRASIL, 1997), a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da PNRH e atuação do SINGREH. É nesse nível de territorialidade, conforme a ANA (2013), que é possível colocar em prática o fundamento de que a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e participativa.

O Plano Diretor de Recursos Hídricos, também denominado Plano de Bacia Hidrográfica, é um documento que visa fundamentar e orientar a implementação da PNRH nesta unidade territorial. Deve possuir horizonte de longo prazo, compatível

com a implementação das ações, projetos, programas e metas estabelecidos, apresentando o seguinte conteúdo mínimo (BRASIL, 1997):

- I. Diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos;
- II. Análise de alternativas de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo;
- III. Balanço entre disponibilidades e demandas futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação de conflitos potenciais;
- IV. Metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis;
- V. Medidas a serem tomadas, programas a serem desenvolvidos e projetos a serem implantados, para o atendimento das metas previstas;
- VI. Prioridades para outorga de direitos de uso de recursos hídricos;
- VII. Diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos;
- VIII. Propostas para a criação de áreas sujeitas a restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos.

De acordo com o CNRH (2012), os Planos de Bacia devem considerar, em seu processo de elaboração, as diretrizes do Plano Nacional de Recursos Hídricos, dos Planos Estaduais de Recursos Hídricos e outros Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas localizadas em sua área de abrangência. Além disso, devem se alinhar com os demais planos, programas, projetos e estudos existentes relacionados à gestão ambiental, aos setores usuários, ao desenvolvimento regional, ao uso do solo, à gestão de sistemas estuarinos e zonas costeiras e incidentes em sua área de abrangência.

O planejamento da gestão dos recursos hídricos da bacia hidrográfica possui interrelação com todos os outros instrumentos da PNRH e é o orientador de sua implementação (Figura 39), uma vez que deve estabelecer ou dar as diretrizes para a definição das metas de qualidade da água (enquadramento dos corpos de água); apontar as prioridades para outorga de direito de uso; estabelecer diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso de recursos hídricos; e ser feito com base em um sistema de informações (ANA 2013a).



Figura 39 - Integração do Plano de Bacia com os demais instrumentos de gestão de recursos hídricos

Fonte: ANA (2013a)

De acordo com a ANA (2013a), a elaboração de um Plano de Bacias abrange as seguintes etapas:

1. **Diagnóstico da situação dos recursos hídricos:** Nessa etapa, é realizado o esforço de integração e análise dos dados existentes na região compreendida pela bacia hidrográfica e daqueles levantados durante as pesquisas de campo, para compreender como os recursos hídricos são utilizados.
2. **Prognóstico:** O principal objetivo é estimar as demandas de água no futuro e avaliar os impactos sobre a qualidade e quantidade, considerando as ações necessárias para compatibilizar esses dois aspectos, por meio do estudo de diferentes cenários para a bacia.
3. **Formulação do plano:** Consiste na definição de diretrizes e metas, proposição de programas, projetos e ações emergenciais; estruturação de um programa de investimentos e a definição de indicadores de desempenho e estratégias de implementação.
4. **Monitoramento:** Acompanhamento da implementação do plano.

2.4.1.1 Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (PIRH Doce) e Planos de Ação de Recursos Hídricos (PARH)

O Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (PIRH Doce) foi elaborado entre os anos de 2008 e 2010 e resultou do esforço de 10 CBHs atuantes na Bacia Hidrográfica do Rio Doce, bem como dos órgãos gestores de recursos hídricos federal (ANA) e estaduais (IGAM e IEMA).

A construção o PIRH Doce, para efeitos de análise e planejamento adotou nove unidades, sendo as 06 Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UGRHs) já formadas no estado de Minas Gerais, e 03 Unidades de Análise no estado do Espírito Santo, caracterizadas pela bacia do Rio Guandu, os territórios

das bacias dos Rios Santa Maria do Doce e Santa Joana, e os territórios dos Rios São José, Pancas e região da Barra Seca, ao norte da foz do Rio Doce, que drena diretamente para o oceano.

O processo foi realizado considerando a PNRH e se deu por meio da execução do diagnóstico da condição atual da qualidade da água e das disponibilidades hídricas, e do prognóstico, com a projeção destas condições, conforme distintos cenários, até o ano de 2030.

Com o objetivo de apresentar as especificidades de cada unidade adotada na elaboração do PIRH Doce, foram estruturados desdobramentos denominados Planos de Ação de Recursos Hídricos (PARH).

Os 09 PARHs seguiram a mesma estrutura adotada para o PIRH Doce, contemplando o diagnóstico situacional da respectiva unidade, com ênfase em questões relativas aos recursos hídricos, e a descrição dos programas previstos para enfrentar as principais questões que comprometem a qualidade e disponibilidade de água e, por consequência, a qualidade de vida na respectiva unidade de planejamento ou análise.

Foram definidas como prioritárias, ações voltadas para a melhoria da qualidade da água na bacia hidrográfica, a redução das perdas de vidas humanas devido a cheias, o aumento do acesso aos serviços de saneamento básico e ao fortalecimento institucional na bacia e implementação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos.

As metas estabelecidas no PIRH Doce foram agrupadas em 07 grandes temas ou questões referenciais, aos quais estão relacionados os programas apresentados no Quadro 16. Os programas P11, P31, P41, P61, P62 e P71 foram considerados prioritários na implementação do plano.

Quadro 16 – Metas e Programas estabelecidos pelo PIRH Doce

DENOMINAÇÃO	DESCRIÇÃO
Qualidade da Água	
P 11 – Programa de Saneamento da Bacia	Envolve ações de coleta e tratamento de esgotos domésticos dos núcleos populacionais que causam impacto mais significativo sobre a qualidade das águas dos principais cursos d'água da bacia, considerando a população atingida e, principalmente, a vazão de diluição da carga orgânica lançada, com base nas estimativas de eficiência e dos cenários projetados pela modelagem da qualidade de água.
P 12 – Programa de	Contempla ações de diagnóstico específico, com mapeamento, identificação a

DENOMINAÇÃO	DESCRIÇÃO
Controle das Atividades Geradoras de Sedimentos	campo, caracterização de processos erosivos e proposta de remediação de áreas degradadas geradoras de sedimentos, especialmente os relativos às estradas vicinais e caminhos de serviço das propriedades rurais. As propostas de remediação consideradas são a correção de greide, a implantação de estruturas de drenagem, como bueiros e pontilhões, a proteção de taludes de corte e de aterro, com enleivamento, enrocamento ou plantio de vegetação em degraus, e de redução de velocidade de escoamento, como bacias de amortecimento, quedas, degraus, entre outros.
P 13 – Programa de apoio ao Controle de Efluentes em Pequenas e Microempresas	Apoio financeiro às pequenas e microempresas urbanas e rurais usuárias de água para tratamento de efluentes.
Quantidade da Água	
P21 – Programa de Incremento de Disponibilidade Hídrica	consiste no projeto, avaliação ambiental e de viabilidade de propostas de armazenamento, regularização e atendimento das demandas atuais e projetadas nas sub-bacias onde o balanço entre demanda atual e projetada e a oferta de água apresenta uma situação deficitária e que não pode ser corrigida com medidas não estruturais. As propostas de interesse regional que forem viabilizadas técnica, econômica, financeira e ambientalmente terão sua implantação gerenciada, de acordo com as prioridades dos Comitês, junto a órgãos estaduais e federais.
P 22 – Programa de Incremento ao Uso Racional de Água na Agricultura	prevê o mapeamento, identificação de áreas irrigadas e fontes de água, tanto pelos processos de outorga, como pela análise de séries temporais de imagens de satélite. Visita a campo nos pontos de captação para verificação do real ou potencial edição de consumo, análise dos valores obtidos e consolidação de uma proposta de cobrança por volume e de penalização de usos ineficientes.
P 23 – Programa de Redução de Perdas no Abastecimento Público de Água	Consiste na ampliação de processos de medição correta de vazão distribuída, no aumento da cobertura da micromedição dos volumes de água consumidos, na implantação da determinação de perdas reais e aparentes e de ações específicas para a redução de perdas.
P 24 – Programa Produtor de Água	Consiste na identificação, avaliação e divulgação de ações de recuperação de solos, manutenção de cobertura vegetal permanente, implantação de pequenas obras de retenção de água e uso de técnicas de conservação do solo e da água, como o terraceamento e o <i>mulching</i> vertical.
P 25 – Programa Convivência com as Secas	Prevê o acompanhamento e a previsão de eventos climáticos extremos, implantação de um sistema de alerta para a população e para os agricultores e pecuaristas, estudos de viabilidade de intervenções estruturais e não estruturais que auxiliem na prevenção e redução dos efeitos das secas. O programa também preconiza a implantação de unidades demonstrativas com a demonstração de manejos alternativos da irrigação, cultivo de culturas alternativas, práticas de aumento de retenção da umidade do solo em lavouras de sequeiro, entre outras.
Suscetibilidade a Enchentes	
P 31 – Programa de Convivência com as Cheias	prevê o acompanhamento e a previsão de eventos extremos, manutenção e ampliação do atual sistema de alerta para a população, estudos de viabilidade de intervenções estruturais e não estruturais que auxiliem na prevenção e redução dos efeitos das cheias, e ações de apoio à Defesa Civil na mitigação e enfrentamento das cheias.
Universalização do Saneamento	

DENOMINAÇÃO	DESCRIÇÃO
P 41 – Programa de Universalização do Saneamento	Implantação e/ou complementação das redes de distribuição de água tratada para atingir a universalização do atendimento; Implantação de aterros sanitários e unidades de triagem e compostagem (UTC) em todos os municípios ainda não atendidos por estas unidades; estudo de alternativas para o esgoto pluvial para cidades com mais de 5.000 habitantes.
P 42 – Programa de Expansão do Saneamento Rural	Visa à definição da viabilidade da implantação de sistemas de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgoto para população rural, com aproveitamento racional e disposição adequada dos resíduos coletados.
Recuperação, Implementação e Incremento de Áreas Legalmente Protegidas	
P 51 – Programa de Avaliação Ambiental para Definição de Áreas com Restrição de Uso	Mapeamento, identificação, caracterização, proposta de recuperação de áreas com indicação de restrição de uso, avaliação da viabilidade técnica, ambiental, social, financeira e econômica da implantação da restrição de uso.
P 52 – Programa de Recomposição de APPs e Nascentes	Sobreposição do mapeamento de áreas de preservação permanente sobre modelo de estimativa de faixas de matas ciliares de acordo com a legislação federal e sobre o prognóstico de classes de usos de água, identificando e quantificando as menores coberturas de mata ciliar por sub-bacia; seleção de trechos críticos ou de interesse, com formulação de proposta de recomposição ou adensamento das matas ciliares, gerando unidades de demonstração, que serão monitoradas, sendo os resultados obtidos divulgados por toda a bacia. O programa também prevê a análise de processos de recuperação de nascentes, através do mapeamento, identificação, caracterização das nascentes de uma sub-bacia piloto, a ser definida pelos Comitês. A partir disto, serão implantadas áreas demonstrativas para análise de eficiência e eficácia das medidas adotadas, com posterior divulgação dos resultados e apoio à adoção das práticas selecionadas no restante da bacia.
Implementação dos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos	
P 61 – Programa de Monitoramento e Acompanhamento da Implementação da Gestão Integrada dos Recursos Hídricos	Prevê ações de apoio aos Comitês, à ANA, aos órgãos estaduais responsáveis pela gestão de recursos hídricos e as instâncias atualmente ativas na efetiva implantação dos instrumentos de gestão integrada de recursos hídricos da bacia do rio Doce. As experiências de implantação de outros planos de bacia indicam que esse processo necessita de ações efetivas de avaliação e controle, de forma a assegurar o atingimento das metas previstas. As estruturas existentes nos Comitês muitas vezes são insuficientes para assumir mesmo que parcialmente estas atividades. No arranjo institucional previsto na legislação, cabe à agência de bacia ou de região hidrográfica a execução das tarefas técnicas e gerenciais relativas às ações estruturais e não estruturais aprovadas pelos Comitês. Como também há pouca experiência na formação e gestão de agências de bacia, sugere-se que atividades específicas de monitoramento e acompanhamento sejam terceirizadas com a contratação de consultoria especializada na gestão de planos e programas.
P 62 – Programa de monitoramento dos Recursos Hídricos – Quantidade e Qualidade	Prevê a análise das redes existentes e previstas dos principais órgãos atuantes na região. A partir disto, serão propostos novos postos, de forma a obter uma densidade compatível com o grau de precisão desejado nos processos de registro, monitoramento e avaliação dos programas implantados.
Implementação das Ações do PIRH Doce	
P 71 – Programa	Produção de informações e materiais; coordenação com assessorias de

DENOMINAÇÃO	DESCRIÇÃO
Comunicação do Programa de Ações	imprensa e veículos de comunicação; gerenciamento do conteúdo do site oficial; ouvidoria e encaminhamento de solicitações e demandas.
P 72 – Programa de Educação Ambiental	Produção de informações e materiais; coordenação com secretarias de educação municipais e estaduais; coordenação com ações e projetos de educação ambiental em execução na bacia.
P 73 – Programa Treinamento e Capacitação	Oficinas de capacitação; manuais de orientação; documentação padronizada e programa de qualidade. Tem como público alvo o conjunto de profissionais e técnicos do sistema de gestão aqueles que atuam nas tarefas e ações relacionadas com a implementação, gestão, acompanhamento e monitoramento da implementação do PIRH Doce e Planos de Ação.

Fonte: ECOPLAN-LUME (2010).

Atualmente, o PIRH Doce encontra-se em fase preliminar para sua atualização, com a definição do Termo de Referência e do arranjo institucional para acompanhar a execução dos trabalhos, visando aprimorar o processo e garantir um documento ainda mais completo e capaz de nortear as ações na bacia hidrográfica, considerando os novos contextos existentes.

Conforme exposto informa-se que, respeitado o arranjo institucional da gestão de recursos hídricos estabelecido na bacia do rio Doce, será contratada pelo IBIO em 2019 a revisão/atualização do PIRH Doce, a elaboração do Manual Operativo do Plano e elaboração da proposta de enquadramento dos corpos d'água, utilizando recursos financeiros provenientes da cobrança dos recursos hídricos na bacia do rio Doce, conforme previsão no PAP-Doce 2016-2020.

2.4.1.2 Plano de Aplicação Plurianual (PAP)

O Plano de Aplicação Plurianual (PAP) é o instrumento básico e harmonizado de orientação dos estudos, projetos e ações a serem executados com os recursos da cobrança pelo uso da água em toda a bacia hidrográfica para um período determinado. Sua finalidade é direcionar os investimentos para cumprir os estudos, projetos, planos e ações definidos pelo plano de recursos hídricos, contratos de gestão e pacto das águas.

O PAP apresenta um planejamento de curto e médio prazo, propiciando investimento em ações estruturais que visem à otimização da gestão, bem como à melhoria da qualidade e disponibilidade da água da bacia (AGEVAP, 2017).

Na Bacia do rio Doce, o primeiro PAP foi instituído para o período de 2012 a 2015, por meio da Deliberação nº 32, de 26 de abril de 2012, com uma previsão de desembolso de R\$ 106.023.000,00, alocados em atividades dos programas P11, P13, P22, P24, P31, P41, P52, P61, P71, P72 e P73. Mais de um terço dos recursos estavam relacionados aos programas voltados ao saneamento básico (P11 e P41).

No ano de 2014, por meio da Deliberação nº 42, de 14 de agosto, os desembolsos previstos foram atualizados para R\$ 73.800.000,00, considerando os seguintes critérios:

- Necessidade de adequar os desembolsos na bacia às atuais estimativas de arrecadação oriunda da cobrança pelo uso de recursos hídricos,
- Necessidade de revisão dos critérios de alocação dos recursos arrecadados pela União na bacia,
- manifestações favoráveis dos CBHs estaduais da bacia, em especial os CBHs Piranga, Piracicaba e Santo Antônio quanto à revisão dos critérios de alocação na bacia dos recursos da cobrança pelo uso da água arrecadados pela União, com base no ideal de que todos aqueles municípios elegíveis da bacia do rio Doce e que manifestaram interesse junto aos CBHs estaduais tenham a elaboração de seus Planos Municipais de Saneamento Básico apoiado com recursos da cobrança,
- Necessidade de concentrar a aplicação dos recursos em um menor número de programas e ações,
- Considerando a manutenção dos recursos já comprometidos em contratos firmados pelo IBIO - AGB Doce,
- As reuniões realizadas em 2014 e as Deliberações dos CBHs estaduais que aprovam a alteração dos respectivos PAPs para o período 2014-2015,
- Os resultados das discussões ocorridas no âmbito dos comitês da bacia durante os meses de abril a junho de 2014,
- As contribuições e manifestações favoráveis das Câmaras Técnicas de Integração – CTI, do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce – CTPlano, e Institucional e Legal – CTIL, do CBH Doce,

No final do ano de 2015, por meio da Deliberação nº 48, de 01 de dezembro, foi instituído um novo PAP para a Bacia do rio Doce, período 2016 – 2020. Para esse horizonte, foram priorizados os programas P11, P12, P21, P22, P24, P31, P41, P42, P52, P61, P71, P72 e P73, com previsão de reembolso de R\$ 174.847.000,00. Os programas Hidroambientais (P12, P21, P22, P24, P42 e P52) representam mais

da metade dos investimentos. Foram previstos R\$ 4.000.000,00 para a atualização do PIRH Doce e PARHs dos afluentes.

2.4.2 Enquadramento dos Corpos Hídricos

O enquadramento dos corpos d'água visa, de acordo com a PNRH (BRASIL, 1997), segundo os usos preponderantes da água:

- Assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas;
- Diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes.

De acordo com a ANA (2013), o enquadramento representa o estabelecimento de metas de qualidade da água a serem alcançadas ou mantidas em um trecho de um curso d'água, conforme os usos pretendidos, seguindo as definições estabelecidas pela Resolução CONAMA 357/2005.

O enquadramento é resultado da avaliação da situação atual do manancial, da discussão com a população da bacia sobre as condições desejadas e, por fim, da definição de metas com os atores da bacia hidrográfica, considerando limitações técnicas e econômicas para o alcance (ANA, 2013).

O CONAMA (2005) estabelece 05 classes para as águas doces:

- I. Classe especial: águas destinadas: ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas e à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
- II. Classe 1: águas que podem ser destinadas: ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película e à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
- III. Classe 2: águas que podem ser destinadas: ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto e à aquicultura e à atividade de pesca.

- IV. Classe 3: águas que podem ser destinadas: ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; à pesca amadora; à recreação de contato secundário e à dessedentação de animais.
- V. Classe 4: águas que podem ser destinadas: à navegação e à harmonia paisagística.

Durante a elaboração do PIRH Doce, foram propostas diretrizes de enquadramento para o rio Doce e os mananciais principais de suas sub-bacias. O desenvolvimento do estudo de enquadramento deu-se a partir de informações sobre:

- os usos preponderantes das águas, atuais e futuros;
- a caracterização das principais interferências que afetam a disponibilidade e a qualidade das águas no corpo de água a ser enquadrado (consumos, fontes de poluição difusas, despejos industriais, lançamentos de esgotos, uso do solo e contaminantes);
- o estado atual da qualidade dos cursos de água, aferidos através das informações de qualidade de água disponíveis;
- a modelagem dos cenários futuros de qualidade da água, considerando os investimentos previstos e necessários para o alcance das metas de enquadramento.

Com base nestes dados, entre outros, se definiram os objetivos de qualidade de água (expressos através de classes) desejáveis para os corpos de água a serem enquadrados. É importante destacar a necessidade de que as metas desejadas (classes) tenham viabilidade socioambiental, técnica e financeira. Com exceção da sub-bacia do rio Piracicaba, que possui enquadramento publicado pela DN 09 do COPAM em 1994, os demais afluentes da bacia do rio Doce não possuem enquadramento definido em normas legais (ECOPLAN-LUME, 2010).

Os resultados dos estudos de enquadramento no âmbito do PIRH Doce basearam-se não só nos resultados das análises de monitoramento e identificação possível dos usos preponderantes nos trechos de corpos d'água estudados, mas pressupõem um desejo implícito em se obter uma melhora da qualidade de água, de forma a atender às expectativas mais otimistas de gestão das águas na Bacia.

Entre a Figura 40 e a Figura 49 são apresentadas as propostas de enquadramento sugeridas pelo PIRH Doce para os principais cursos d'água da bacia. De forma geral, os rios foram enquadrados predominantemente nas Classes 1 e 2 (maior ocorrência), com pequenos trechos do Rio do Carmo, na UGRH DO1 –

Piranga e Rio Vermelho, na UGRH DO4 – Suaçuí considerados de Classe Especial. O rio Caratinga, na UGRH DO5 – Caratinga, foi o único manancial considerado de Classe 3, no trecho próximo à cidade de Caratinga, Minas Gerais.

No âmbito do estudo de enquadramento proposto, foram estabelecidas diretrizes preliminares de ação para o futuro enquadramento da bacia do rio Doce como um todo. São elas:

- Priorização do controle das fontes relacionadas aos esgotos sanitários, cargas difusas de áreas agrícolas e por atividades de mineração e industriais;
- Detalhamento das propostas de enquadramento das sub-bacias e calha do Doce (incluindo discussão com a sociedade, identificação dos conflitos, caracterização pormenorizada das fontes de poluição e usos preponderantes);
- Ampliação da rede de qualidade d'água (pontos, frequência e parâmetros) e da rede fluviométrica, adequando as mesmas ao instrumento enquadramento, além da inclusão dos dados de auto monitoramento das indústrias e setores elétrico e de saneamento;
- Integração das redes fluviométricas às de qualidade d'água;
- Ampliação do cadastro usuários e adequação de suas informações para o enquadramento;
- Criação de banco de dados de usos não outorgáveis.

Considerando os impactos do rompimento da barragem de Fundão, um aspecto fundamental da contratação, em 2019, da atualização do PIRH Doce deverá ser o foco nas questões relativas ao estabelecimento de metas de qualidade de água, especialmente no que diz respeito aos estudos necessários ao processo de proposição do enquadramento dos corpos hídricos em classes e seu respectivo programa de efetivação, no qual serão pactuadas as metas desejadas e os recursos necessários, não apenas financeiros.

O momento também é oportuno à elaboração da proposta de enquadramento dos corpos de água em classes de uso, cuja priorização da implementação desse instrumento na bacia do rio Doce fora estabelecida na resolução nº 181/2016 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

Essa resolução aprovou as prioridades, ações e metas do Plano Nacional de Recursos Hídricos para 2016-2020, com definição do prazo até dezembro de 2020

para “elaborar propostas de enquadramento dos corpos d’água em classes, ou sua revisão, para todas as bacias com cobrança pelo uso de recursos hídricos implantada”.

Essa ação alinha-se à recomendação feita no Acórdão nº 1749/2018 do TCU, de fomento à discussão sobre o enquadramento dos corpos d’água na bacia do rio Doce, de forma a agilizar a elaboração de estudos para a definição do enquadramento, devendo ser incluídos na revisão do PIRH-Doce os estudos necessários para o enquadramento dos corpos d’água da bacia, para aprovação pelos comitês integrantes da bacia, CBH-Doce e comitês estaduais, e posterior homologação pelos respectivos conselhos de recursos hídricos.

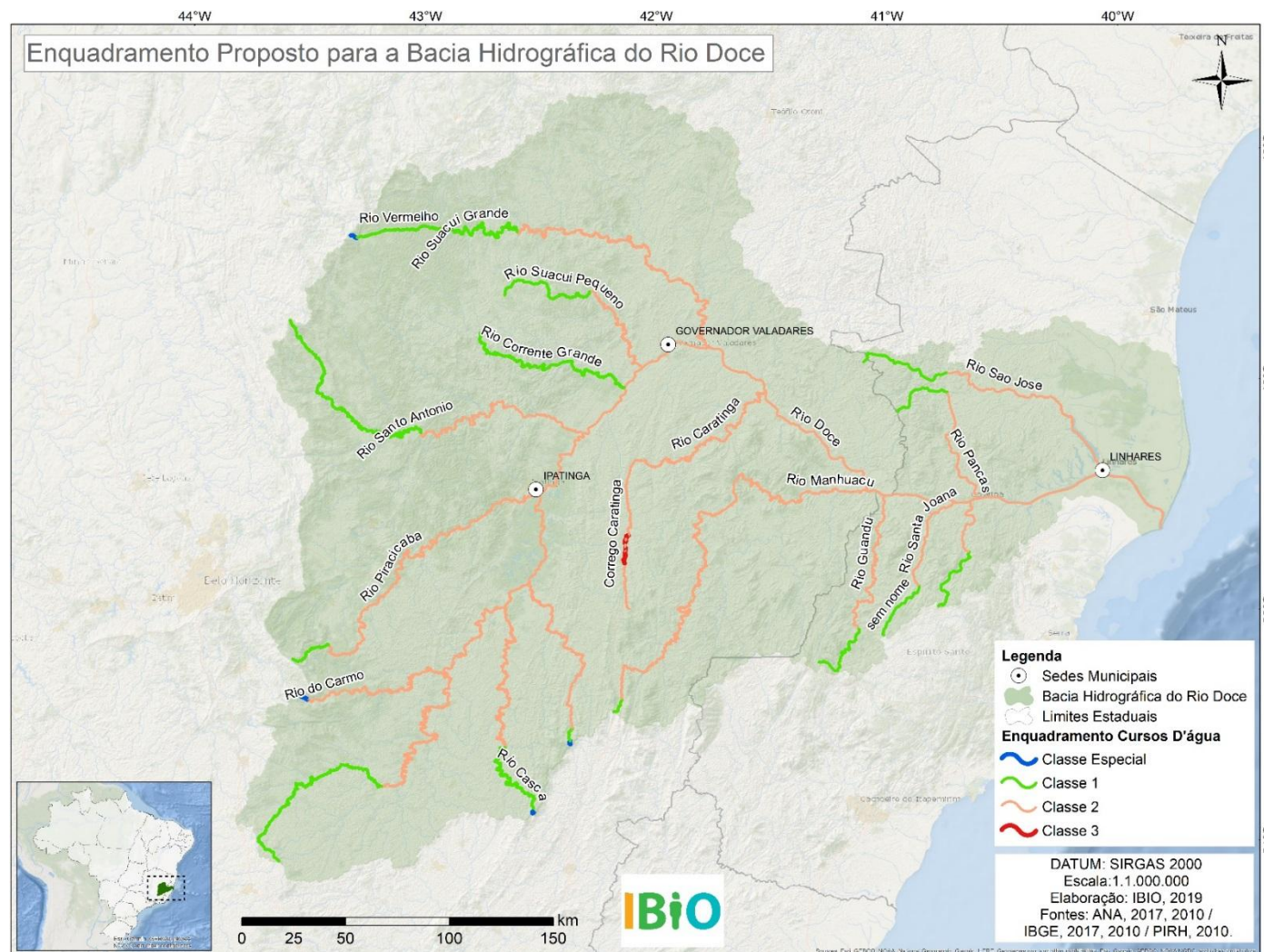


Figura 40 – Enquadramento proposto para a Bacia Hidrográfica do Rio Doce

Fonte: Ecoplan-Lume (2010)

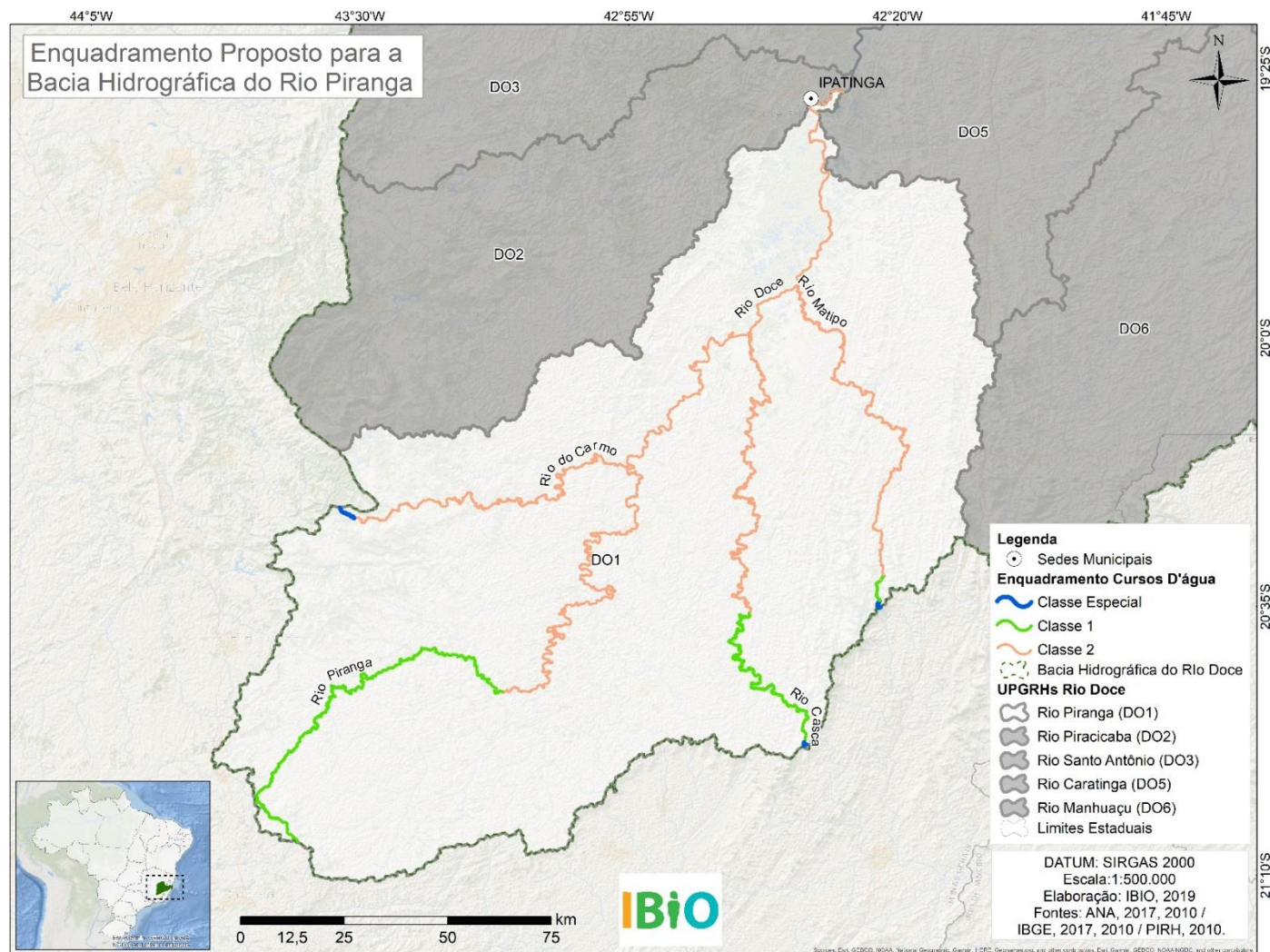


Figura 41 – Enquadramento proposto para a UGRH DO1 - Piranga
Fonte: Ecoplan-Lume (2010)

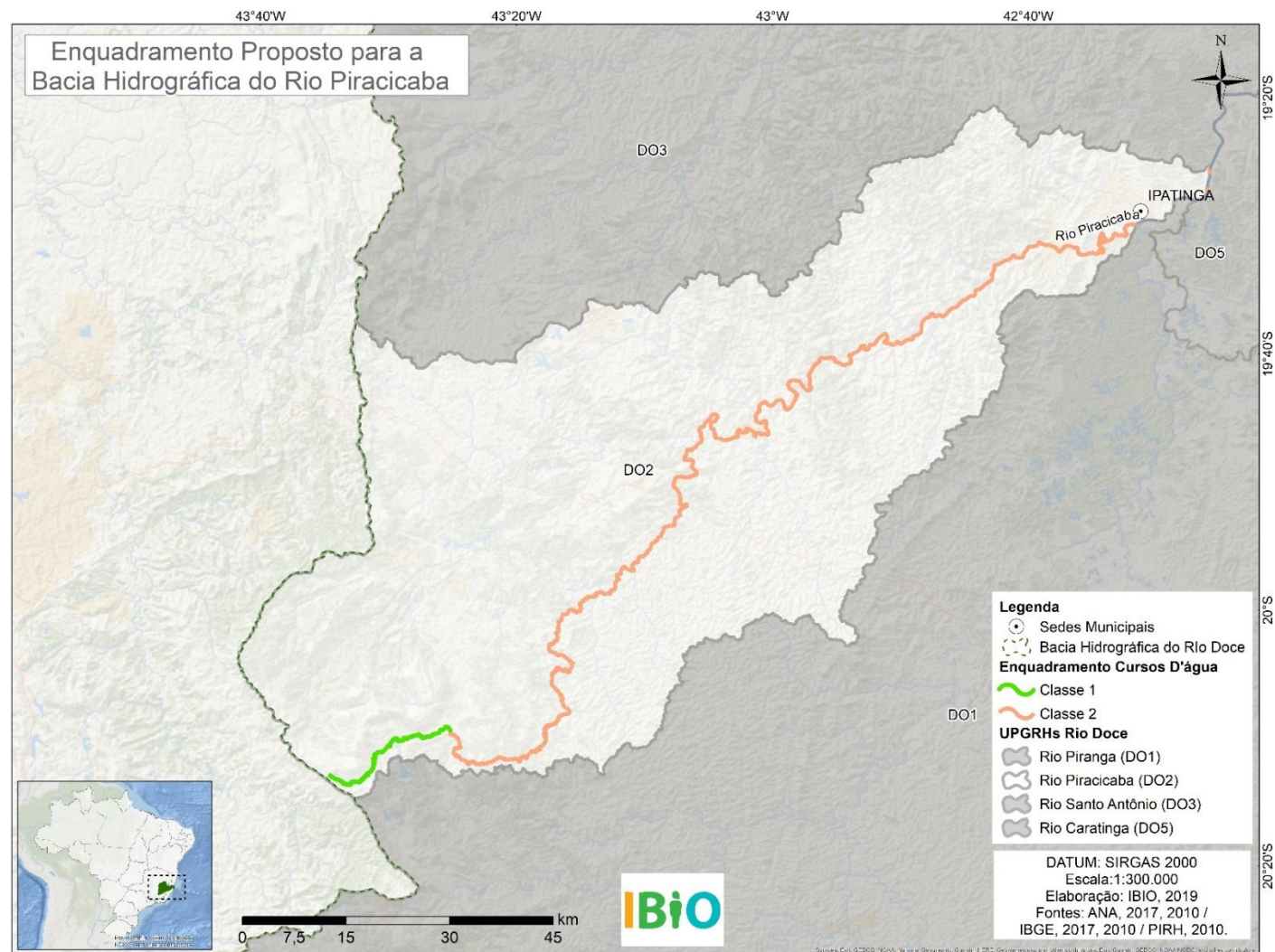


Figura 42 – Enquadramento proposto para a UGRH DO2 - Piracicaba
Fonte: Ecoplan-Lume (2010)

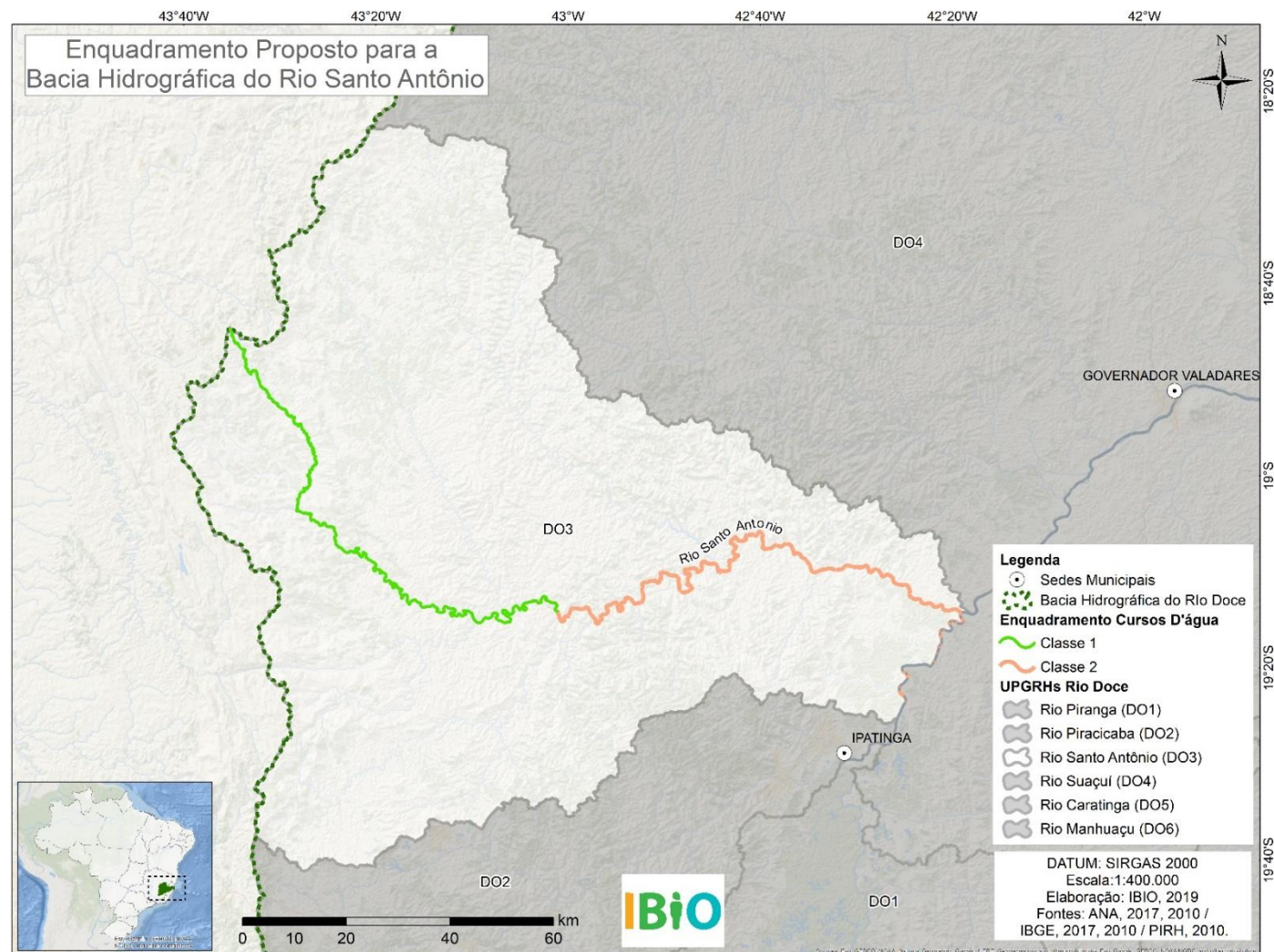


Figura 43 – Enquadramento proposto para a UGRH DO3 – Santo Antônio
Fonte: Ecoplan-Lume (2010)

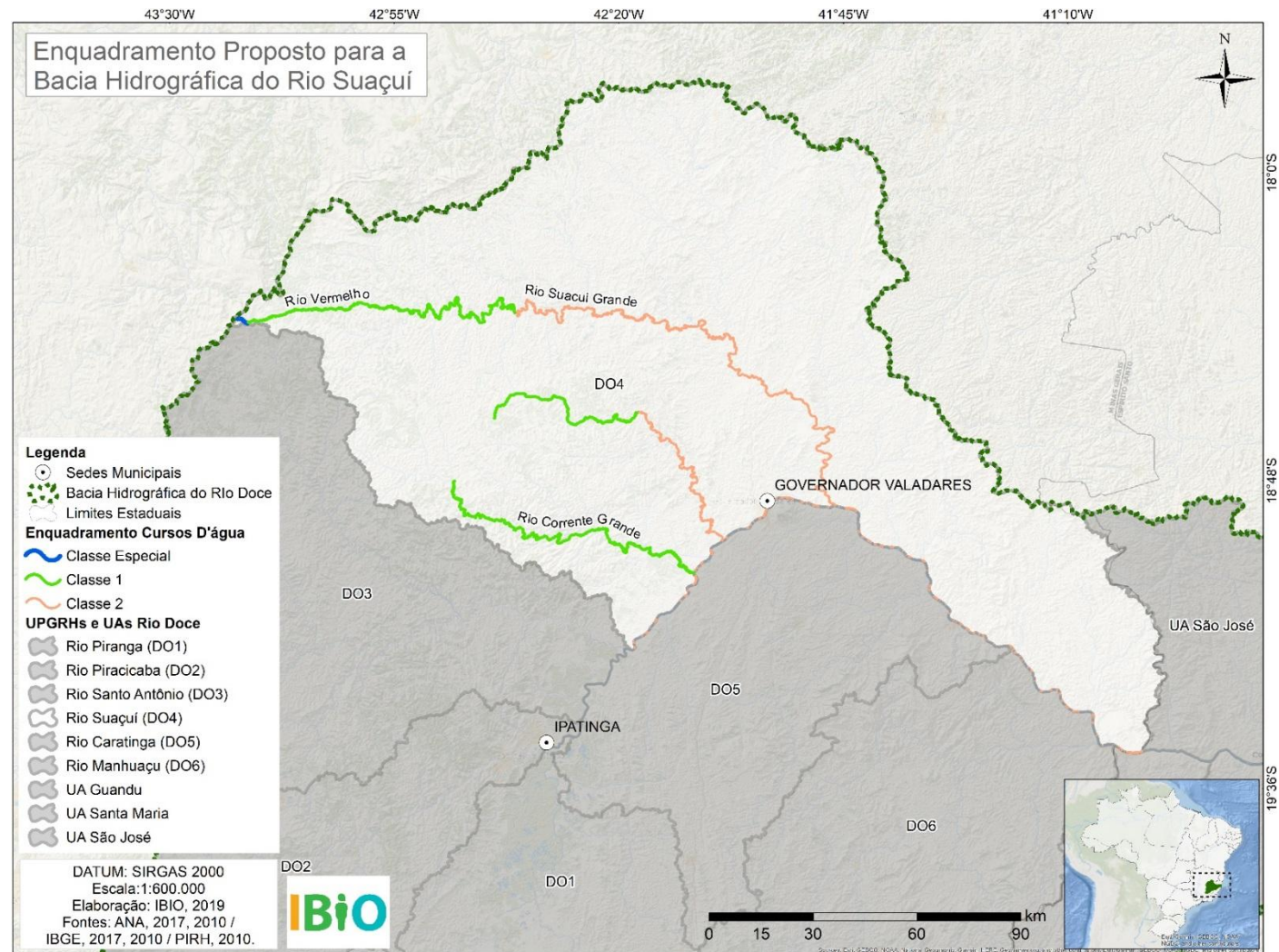


Figura 44 – Enquadramento proposto para a UGRH DO4 - Suaçuí

Fonte: Ecoplan-Lume (2010)

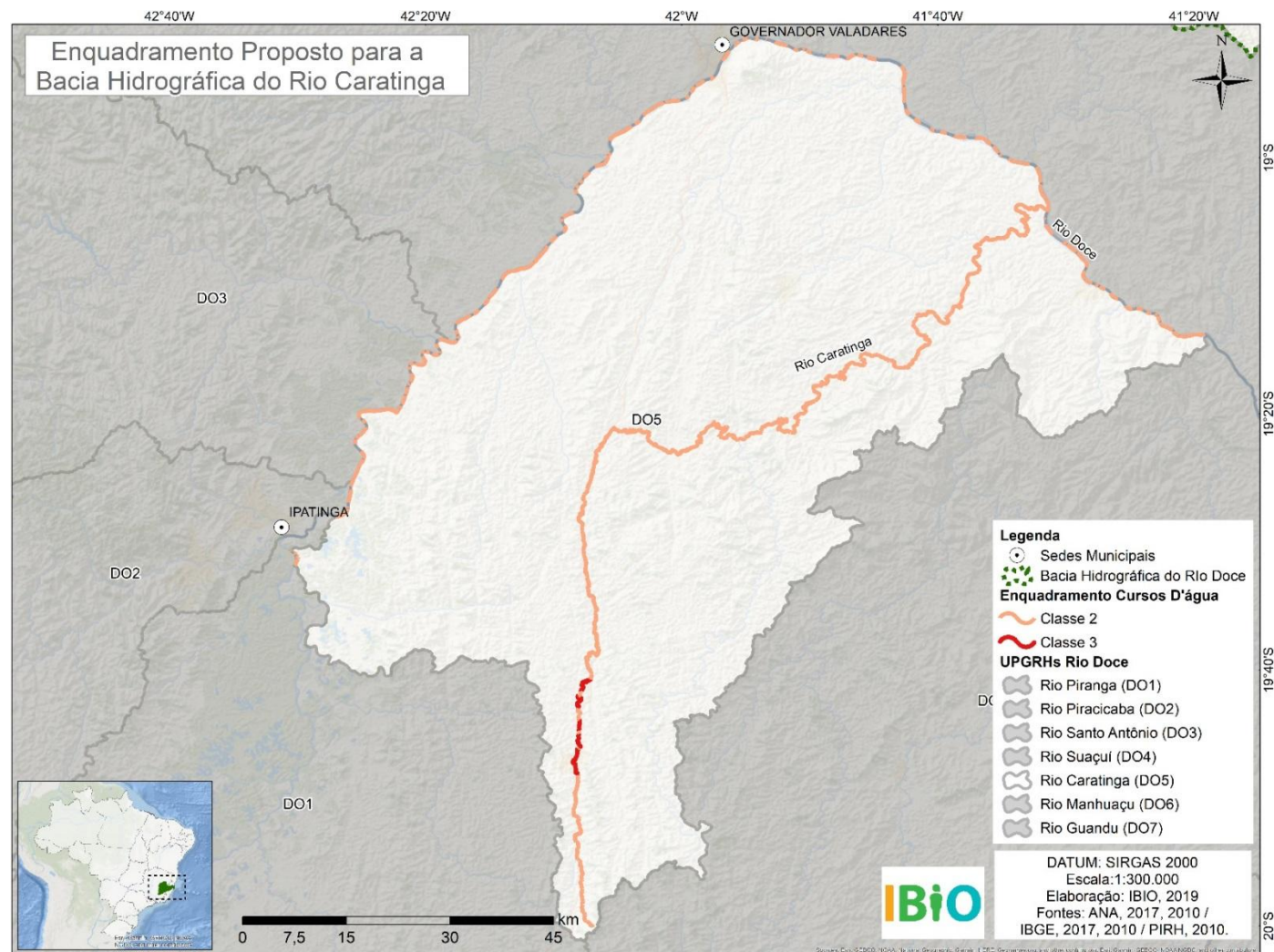


Figura 45 – Enquadramento proposto para a UGRH DO5 - Caratinga

Fonte: Ecoplan-Lume (2010)

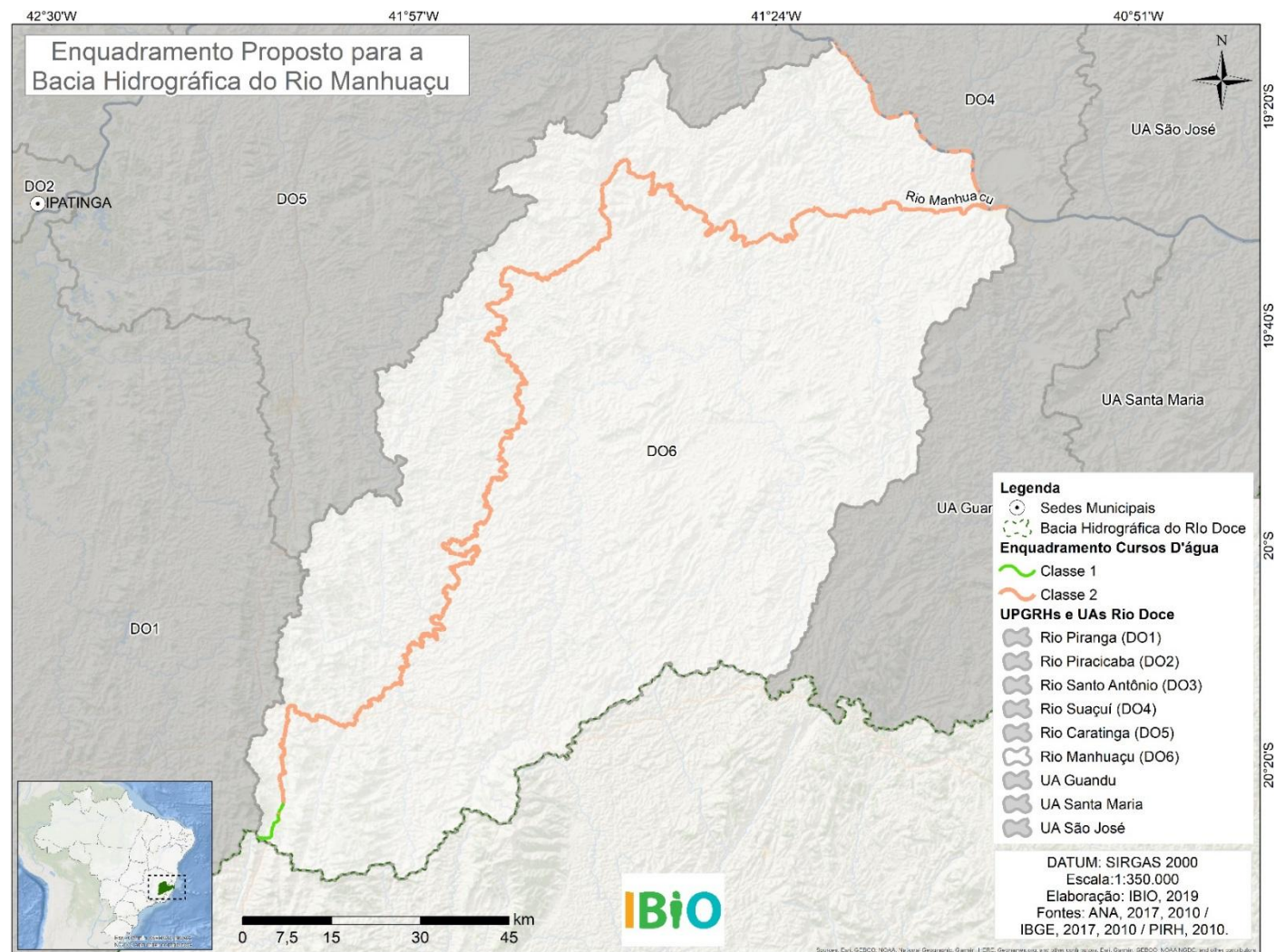


Figura 46 – Enquadramento proposto para a UGRH DO6 - Manhuaçu

Fonte: Ecoplan-Lume (2010)

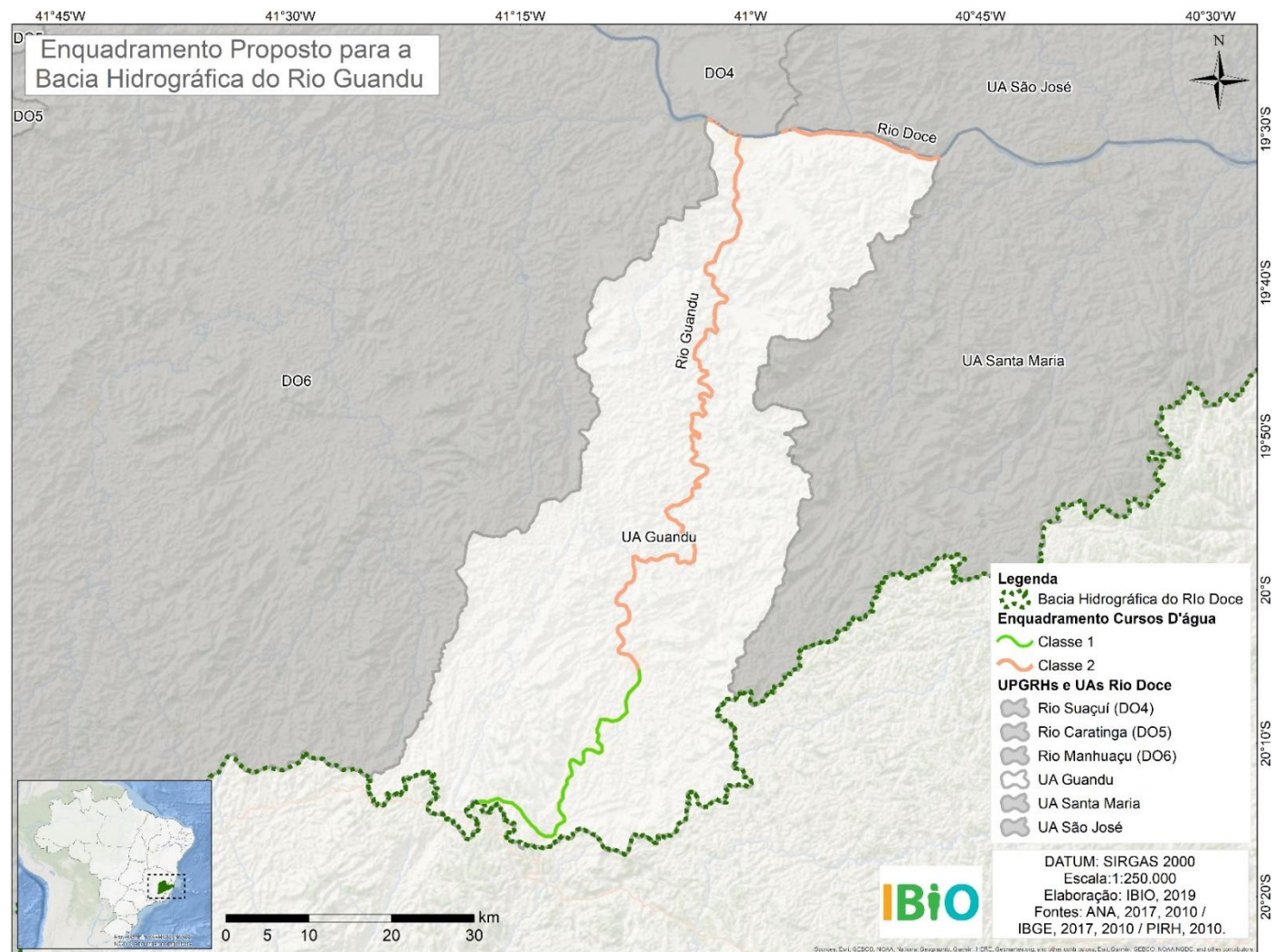


Figura 47 – Enquadramento proposto para a UA - Guandu

Fonte: Ecoplan-Lume (2010)

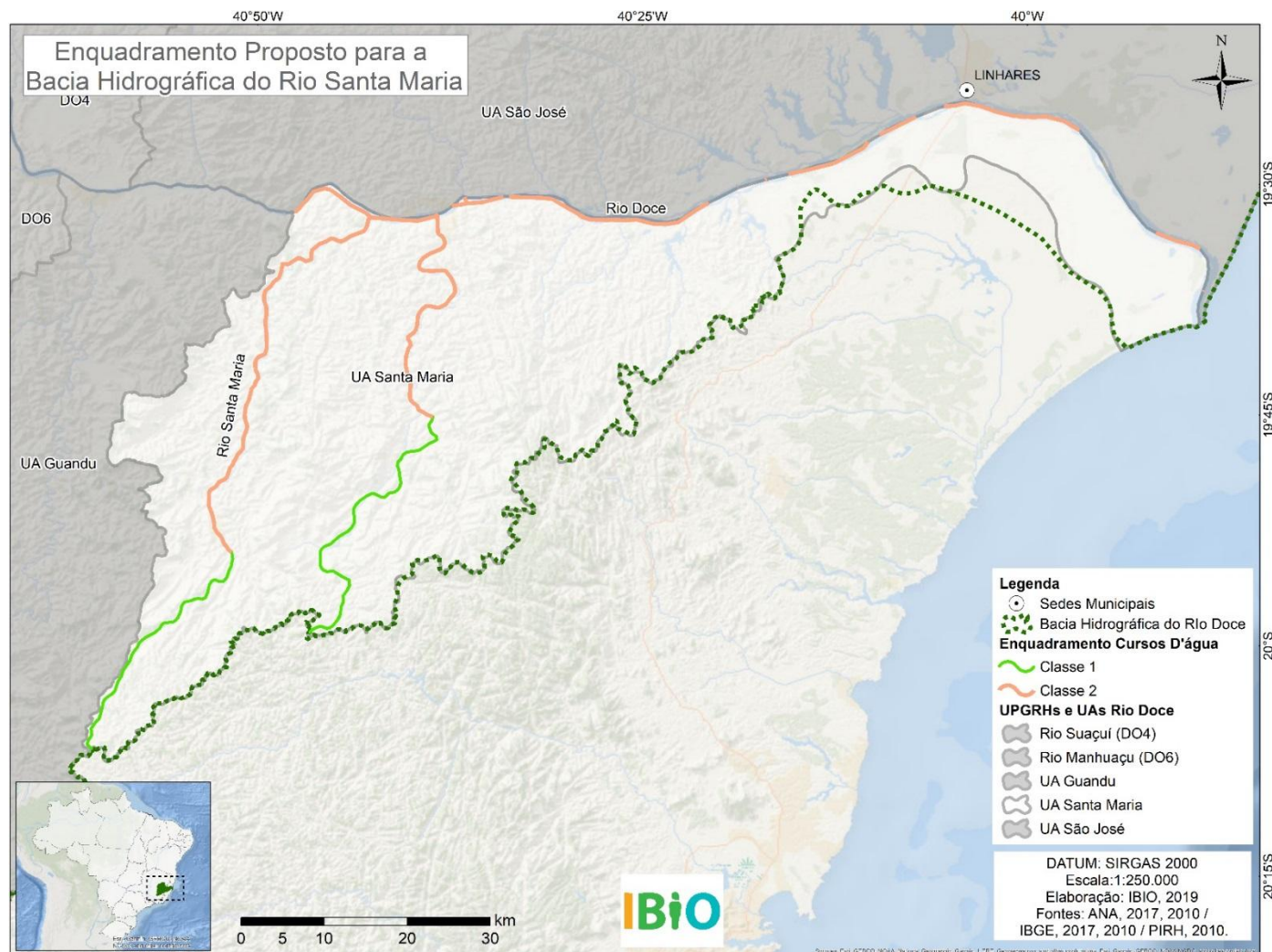


Figura 48 – Enquadramento proposto para a UA – Santa Maria do Doce
Fonte: Ecoplan-Lume (2010)

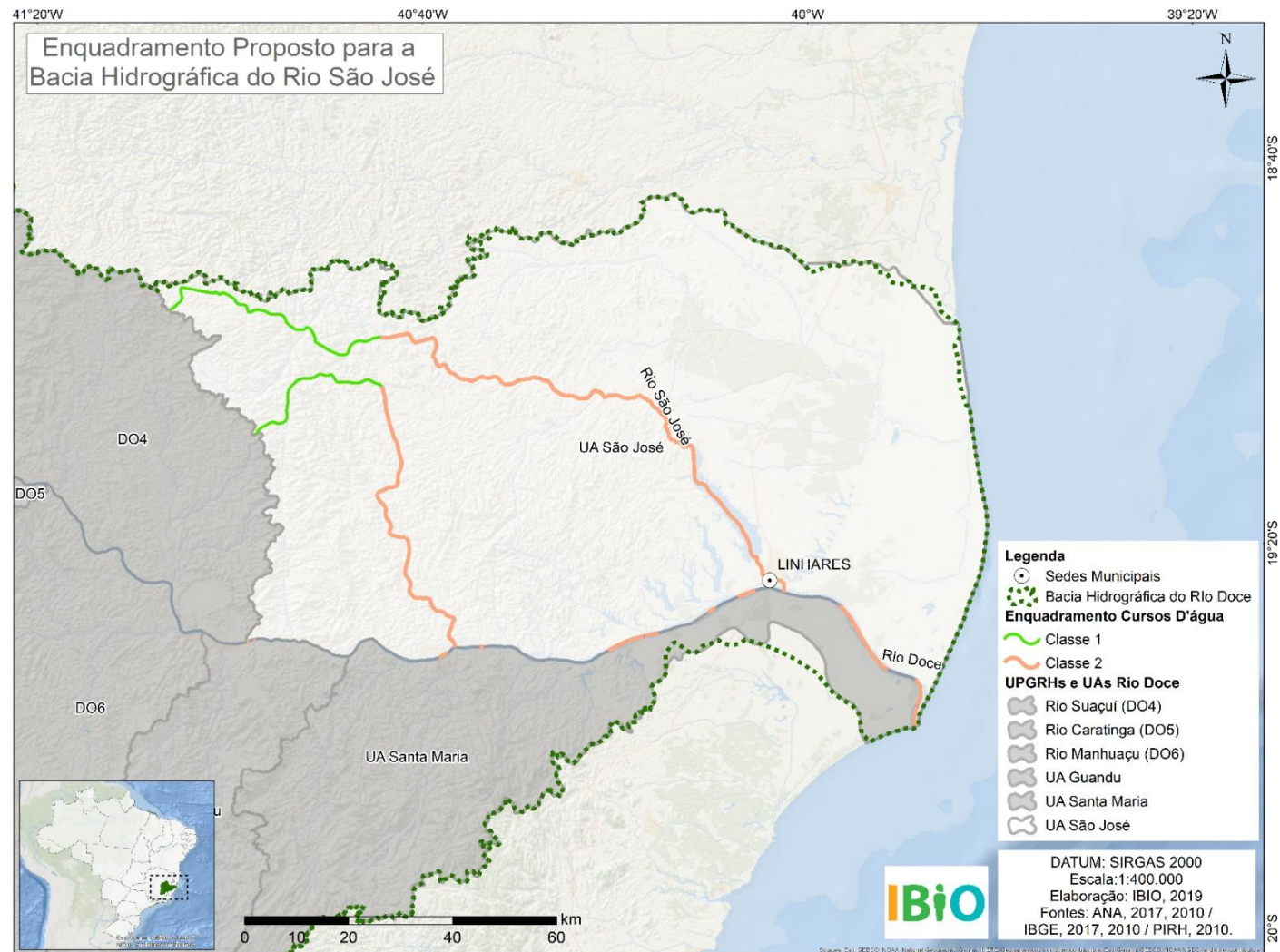


Figura 49 – Enquadramento proposto para a UA – São José
Fonte: Ecoplan-Lume (2010)

2.4.3 Outorga pelo Uso da Água

A outorga de direito de uso de recursos hídricos é o instrumento da PNRH que objetiva assegurar o controle quantitativo e qualitativo do uso da água, além do efetivo exercício dos direitos de acesso à água (ANA, 2013).

De acordo com a PNRH (BRASIL, 1997), estão sujeitos à outorga:

- I. Derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;
- II. Extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;
- III. Lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;
- IV. Aproveitamento dos potenciais hidrelétricos;
- V. Outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

De acordo com o CNRH (2001), independem de outorga:

- I. o uso de recursos hídricos para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais distribuídos no meio rural;
- II. as derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes, tanto do ponto de vista de volume quanto de carga poluente;
- III. as acumulações de volumes de água consideradas insignificantes.

O CNRH (2001) estabelece, ainda, que os critérios específicos de vazões ou acumulações de volumes de água consideradas insignificantes serão estabelecidos nos planos de recursos hídricos, devidamente aprovados pelos correspondentes comitês de bacia hidrográfica ou, na inexistência destes, pela autoridade outorgante.

A correta aplicação do instrumento da outorga é importante não só por ser um ato de regularização ambiental, mas por disciplinar a demanda crescente das águas superficiais e subterrâneas entre os diversos usos concorrentes e ainda a indicar aos usuários de recursos hídricos, a necessidade da adoção de práticas modernas e conservacionistas (IGAM, 2010).

De acordo com a PNRH, a outorga estará condicionada às prioridades estabelecidas no Plano de Recursos Hídricos e deverá respeitar a classe em que o corpo de água estiver enquadrado, bem como a manutenção adequada das condições do transporte aquaviário, se for o caso. Além disso, será efetivada por ato

ou autoridade competente do Poder Executivo Federal, dos Estados ou do Distrito Federal, de acordo com o domínio do corpo hídrico (BRASIL, 1997).

Na Bacia Hidrográfica do Rio Doce, até dezembro do ano de 2018, houve 594 cadastros de outorga, conforme apresentado no item 2.2.3. A UGRH Suaçuí e a UA São José, respectivamente, foram as que mais apresentaram outorgas, com 135 e 100 registros.

Em relação às atividades que são realizadas na bacia e que estão sujeitas à outorga, verifica-se de acordo com o Quadro 11, no item 2.2.1, contabilizando a área das nove unidades presentes da bacia, que os principais cadastros são para fins de irrigação.

Considerando todas as atividades provenientes de outorgas federais na área da Bacia Hidrográfica do Rio Doce, a vazão captada até dezembro de 2018 contabilizou cerca de 930.113.441,00 m³, enquanto que a vazão lançada totalizou aproximadamente 269.858.626,00 m³.

Estabelecendo relação com os anos anteriores, verifica-se, com base nos dados disponibilizados na plataforma CNARH, que as outorgas na bacia sofreram acréscimo ao longo dos anos, acompanhando a tendência do aumento do número de cadastros na plataforma (Figura 36, item 2.2.2), principalmente entre os anos de 2004 e 2006 e no ano de 2012.

2.4.3.1 Sistema Federal de Regulação de Uso (REGLA)

A partir de 6 de novembro de 2017, um novo sistema, elaborado pela Agência Nacional de Águas, foi implementado para regular os pedidos de outorga para uso de águas da União.

Esta ferramenta, chamada de Sistema Federal de Regulação e Usos (REGLA), pretende tornar mais ágil o processo de solicitação e análise dos pedidos de outorga na ANA. Os pedidos de regularização podem ser realizados online, por interferência, como captação, lançamento, barramento, etc., e, na maior parte das finalidades, sem a necessidade de envio de documentos em papel.

A partir das informações apresentadas pelo usuário de recursos hídricos, o REGLA estimará a quantidade de água que o empreendimento precisará. Havendo aceitação desses valores, dependendo do nível de comprometimento do corpo

hídrico e do porte/tipo do empreendimento, o REGLA fará o processamento eletrônico da solicitação de outorga, publicando o resultado em apenas poucas semanas.

Não havendo concordância do usuário de recursos hídricos sobre a quantidade de água estimada pelo REGLA, o usuário será instado a fornecer informações mais detalhadas do seu empreendimento e a sua solicitação de outorga será submetida ao processo manual.

Sendo parte integrante do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos, o REGLA permite ao usuário:

- Solicitar a regularização dos usos de recursos hídricos a partir do registro de interferências nos corpos de água de domínio da União;
- Acompanhar a tramitação do seu processo de outorga;
- Ser, eventualmente, notificado a apresentar informações complementares; e
- Administrar diversas solicitações de outorga simultaneamente.

Caso o usuário pretenda usar águas de domínio estadual de qualquer outro estado, como Minas Gerais, será necessário solicitar sua outorga junto ao órgão gestor de recursos hídricos, no caso o IGAM, não sendo mais obrigatório o registro do empreendimento, pelo usuário, no sistema CNARH. Após emissão de outorga pelo órgão estadual, o registro será incorporado ao CNARH pelo próprio órgão gestor.

2.4.4 Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos

A cobrança pelo uso dos recursos hídricos é realizada aos usos sujeitos a outorga e visa, de acordo com a PNRH (BRASIL, 1997):

- I. Reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor;
- II. Incentivar a racionalização do uso da água;
- III. Obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos.

De acordo com a ANA (2014), a cobrança não é considerada um imposto, mas um preço público, e seus valores são negociados a partir do debate público no âmbito dos comitês de bacia hidrográfica. Por meio da vinculação deste instrumento econômico com os demais instrumentos de gestão de recursos hídricos

(principalmente a outorga de direito de recursos hídricos), é esperado que o usuário venha a demandar usos correspondentes à sua real necessidade, evitando a solicitação de volumes além do necessário, e induzir metas de racionalização.

Os mecanismos de cobrança foram estabelecidos pelo CBH Doce no ano de 2011, por meio da Deliberação nº 26, de 31 de março. É controlada através dos cadastros, abordados no item 2.2 do presente documento.

O cadastro é importante para que seja iniciada a regularização do uso de água do empreendimento mediante Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos, assim como para conhecimento da demanda de água da região em que está localizado. Dessa forma, dependendo da expressividade das vazões captadas, da existência de retorno da água captada aos corpos hídricos e da qualidade em que essa água retornada se encontra, são aplicados os instrumentos de gestão (AGEVAP, 2017).

O Quadro 17 descreve os valores arrecadados por meio da cobrança entre os anos de 2012 e 2018, tanto pela ANA quanto pelo IGAM. Nota-se, considerando os valores totais, um aumento expressivo na arrecadação entre os anos de 2013 e 2014 e uma redução entre os anos de 2014 e 2015, com posterior aumento nos anos seguintes.

Quadro 17 – Valores Arrecadados pela Cobrança do Uso de Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Doce

Ano	Valor arrecadado (R\$)		
	ANA	IGAM	TOTAL
2012	3.450.856,88	10.204.088,02	13.656.956,9
2013	6.536.520,81	12.661.513,86	19.200.047,67
2014	9.734.064,39	17.518.740,47	27.254.818,86
2015	10.719.900,29	13.878.806,49	24.600.721,78
2016	9.078.644,01	23.264.340,75	32.345.000,76
2017	11.288.385,26	21.285.318,91	32.575.721,17
2018	12.305.231,03	17.477.288,78*	29.784.537,81
Total	63.113.602,67	116.290.097,28	179.417.804,95

*Valores arrecadados até o terceiro trimestre.

Fonte: IBiO (2018)

2.4.5 Sistema Nacional de Informações sobre os Recursos Hídricos

O sistema de informações sobre os recursos hídricos é um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão. Os princípios e objetivos básicos para seu funcionamento são (BRASIL, 1997):

- Princípios: Descentralização da obtenção e produção de dados e informações; coordenação unificada do sistema e acesso aos dados e informações garantido à toda a sociedade.
- Objetivos: Reunir, dar consistência e divulgar os dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos no Brasil; atualizar permanentemente as informações sobre disponibilidade e demanda de recursos hídricos em todo o território nacional e fornecer subsídios para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos.

Os dados integrantes do sistema de informações sobre recursos hídricos nacional, estaduais e de bacia hidrográfica devem subsidiar o funcionamento do SINGREH e a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos. Em escala federal, a ANA é a responsável por gerenciar o Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos; em nível estadual e do distrito federal, os respectivos órgãos gestores de recursos hídricos; e em nível de bacia hidrográfica, as agências de água são as responsáveis pelo gerenciamento do sistema de informações (ANA, 2016).

Durante a elaboração do PIRH Doce, foi concebido um Sistema de Informações Geográficas, denominado SIG-Plano, repositório de toda a informação coletada durante as distintas etapas de elaboração do Plano, bem como suporte de toda a representação cartográfica contida neste estudo.

Em 2016, foi criado o Portal de Acompanhamento das Ações dos Comitês da Bacia do Rio Doce, com o objetivo de divulgar, de forma clara e objetiva, informações sobre ações realizadas pelos Comitês de Bacia Hidrográfica com atuação na Bacia do Rio Doce, propiciando o acompanhamento por parte da sociedade. O Portal pode ser acessado em: <http://www.cbhdoce.org.br/portal>.

2.5 Registro de Eventos Críticos

2.5.1 Registros de Eventos Críticos na Bacia do Rio Doce

Entre os anos de 2003 a 2016 ocorreram nos municípios localizados na Bacia Hidrográfica do Rio Doce 395 desastres, sendo os anos de 2012 e 2003 os anos em que os mesmos ocorreram mais frequência (Quadro 18).

Os tipos de desastres que ocorreram com maior frequência foram: inundações (26,84%); enxurradas (20,76%), enchentes (10,89%) e estiagem (10,89%). Juntos esses tipos de desastres representaram aproximadamente 70% dos desastres (Quadro 19).

No período avaliado os municípios que apresentaram os maiores números de ocorrências foram: Engenheiro Caldas, Galileia, Goiabeira, Governador Valadares, Malacacheta, Ponte Nova, Raul Soares, Resplendor, Rio Casca, Serro, Tumiritinga, Ubá.

Quadro 18 – Eventos críticos ocorridos nos municípios localizados na Bacia Hidrográfica do Rio Doce no período entre os anos de 2003 a 2016

Município	Estado	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Abre Campo	MG										enchente				
Acaiaca	MG										enxurrada				
Açucena	MG		chuvas intensas			enxurrada		enxurrada		enchente					
Afonso Cláudio	ES														
Água Boa	MG			inundação		inundação	estiagem								
Água Branca	ES														
Aimorés	MG		chuvas intensas				estiagem						chuvas intensas		estiagem
Alpercata	MG										enxurrada				
Alto Jequitibá	MG							inundação							
Alto Rio Doce	MG	inundação	chuvas intensas			enxurrada									
Alto Rio Novo	ES		chuvas intensas												
Alvarenga	MG			enxurrada					enchente						
Alvinópolis	MG			enxurrada		enxurrada		enxurrada							
Alvorada de Minas	MG														
Amparo do Serra	MG		chuvas intensas					enxurrada							
Antônio Dias	MG	inundação						DSR			DSR				
Araponga	MG														
Baixo Guandu	ES														

Município	Estado	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Barão de Cocais	MG														
Barra Longa	MG										enchente			Romp. Colap	
Bela Vista de Minas	MG	DSR	chuvas intensas				granizo								
Belo oriente	MG													Romp. Colap	
Bom Jesus do Amparo	MG														
Bom Jesus do Galho	MG	inundação	chuvas intensas												
Brás Pires	MG	inundação	chuvas intensas					inundação			Enchente				
Braúnas	MG														
Brejetuba	ES														
Bugre	MG		chuvas intensas									chuvas intensas	chuvas intensas		
Cajuri	MG														
Campanário	MG	estiagem				enxurrada	estiagem				enxurrada				
Canaã	MG		chuvas intensas					inundação			enchente				
Cantagalo	MG														
Capela Nova	MG														
Capitão Andrade	MG														
Caputira	MG										enchente				
Caranaíba	MG														
Carandaí	MG						Granizo				enxurrada				

Município	Estado	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Caratinga	MG	inundação	chuvas intensas								enxurrada				
Carmésia	MG		incêndio Ar.Prot.												
Catas altas	MG														
Catas Altas da Noruega	MG									enchente					
Chalé	MG														
Cipotânea	MG										DSR				
Coimbra	MG	chuvas intensas													
Colatina	ES														
Coluna	MG														
Conceição de Ipanema	MG										enxurrada				
Conceição do Mato Dentro	MG	inundação		vendaval				enxurrada		enxurrada					
Congonhas do Norte	MG														
Conselheiro Lafaiete	MG										enchente				
Conselheiro Pena	MG	inundação					estiagem				enxurrada		Chuvas intensas		
Coroaci	MG												Lama		
Coronel Fabriciano	MG	DSR		enxurrada	enxurrada						DSR		chuvas intensas		
Córrego novo	MG	DSR													
Cristiano Ottoni	MG														
Cuparaque	MG							inundação	enchente						estiagem

Município	Estado	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Desterro do Melo	MG														
Diogo de Vasconcelos	MG														
Dionísio	MG			inundação		enxurrada									
Divinésia	MG										enxurrada	chuvas intensas			
Divino das Laranjeiras	MG														
Divinolândia de Minas	MG	inundação	granizo	inundação									inundação		
Dom Cavati	MG	inundação									DSR				
Dom Joaquim	MG										vendaval				
Dom Silvério	MG			enxurrada											
Dores de Guanhães	MG										enchente				
Dores do Turvo	MG														
Durandé	MG	inundação			enxurrada										
Engenheiro Caldas	MG		chuvas intensas			inundação				enchente	enxurrada		Inundação		
Entre folhas	MG							enxurrada		enchente	enxurrada				
Ervália	MG	inundação				inundação		DSR			DSR				
Fernandes Tourinho	MG														
Ferros	MG			enxurrada							enchente				inundação
Franciscópolis	MG	estiagem e inundação				inundação	estiagem				estiagem/ chuvas intensas			estiagem	
Frei Inocência	MG			inundação				inundação	enchente						

Município	Estado	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Frei Lagonegro	MG														
Galiléia	MG	inundação	chuvas intensas							enxurrada	enxurrada				
Goiabeira	MG					inundação	estiagem			enxurrada	enxurrada	estiagem	enxurrada	estiagem	estiagem
Gonzaga	MG	DSR				inundação									
Governador Lindenberg	ES					inundação		inundação							
Governador Valadares	MG	inundação			inundação					enchente	enchente		inundação		
Guanhães	MG	inundação		inundação											
Guaraciaba	MG	DSR								enxurrada	enchente				
Iapu	MG							inundação			vendaval				
Imbé de Minas	MG	inundação	inundação												
Inhapim	MG		chuvas intensas	inundação				inundação							
Ipaba	MG										enxurrada		chuvas intensas		
Ipanema	MG	inundação											chuvas intensas		
Ipatinga	MG												chuvas intensas		
Itabira	MG														
Itaguaçu	ES														
Itambacuri	MG			enxurrada		inundação				estiagem	estiagem				estiagem
Itambé do Mato Dentro	MG														
Itanhomi	MG									Enchente	Enchente		QRTM		

Município	Estado	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Itarana	ES														
Itaverava	MG													Chuvas intensas	
Itueta	MG									Enxurrada	Enxurrada		Chuvas Int.		seca
Jaguarapu	MG	inundação													
Jaguaré	ES														
Jampruca	MG		chuvas intensas							vendaval	enxurrada		enxurrada		estiagem
Jequeri	MG	inundação				enxurrada		DSR			enxurrada				
Joanésia	MG									Enxurrada	DSR				
João Monlevade	MG		chuvas intensas												
João Neiva	ES														
José Raydan	MG							enxurrada							
Lajinha	MG	inundação								enxurrada		inundação			
Lamim	MG										enchente				
Laranja da Terra	ES														
Linhares	ES														
Luisburgo	MG	inundação													
Malacacheta	MG	estiagem	chuvas intensas	inundação		inundação					Inundação	estiagem	chuvas intensas estiagem	estiagem	estiagem
Manhuaçu	MG	inundação	chuvas intensas					inundação							
Manhumirim	MG	inundação						inundação							

Município	Estado	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Mantenópolis	ES														
Mariana	MG	inundação								DDOB	DSR			Romp. Colap	
Marilac	MG														tempestade
Marilândia	ES														
Marliéria	MG	inundação													
Martins Soares	MG		chuvas intensas												
Materlândia	MG			inundação											
Mathias Lobato	MG														
Matipó	MG	inundação								DSR	enchente				
Mercês	MG	inundação											inundação		inundação
Mesquita	MG										enxurrada				
Morro do Pilar	MG												chuvas intensas		tempestade
Mutum	MG	inundação	chuvas intensas					inundação	enchente						
Nacip Raydan	MG														
Naque	MG														
Nova Era	MG	inundação													
Nova Venécia	ES														
Oratórios	MG	inundação							vendaval						
Ouro branco	MG														

Município	Estado	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Ouro preto	MG														
Pancas	ES														
Passabém	MG	inundação													
Paula cândido	MG														
Paulistas	MG														
Peçanha	MG												chuvas intensas		
Pedra Bonita	MG					inundação									
Pedra do Anta	MG		inundação					inundação							
Periquito	MG	inundação													
Piedade de Caratinga	MG	chuvas intensas													
Piedade de Ponte Nova	MG	inundação													
Pingo d'Água	MG	DSR													
Piranga	MG														
Pocrane	MG												chuvas intensas		estiagem
Ponte Nova	MG	inundação	enxurrada			enxurrada		inundação	DDOB	enxurrada	enchente	enchente			
Porto Firme	MG										enchente	enchente			
Presidente Bernardes	MG		chuvas intensas				granizo				enxurrada	enxurrada			
Raul Soares	MG	inundação	chuvas intensas	enxurrada				inundação			enchente	enchente			
Reduto	MG		chuvas intensas					inundação	enchente		enxurrada				

Município	Estado	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Resplendor	MG	inundação					estiagem			enchente	enchente	enchente	chuvas intensas		estiagem e tempestade
Ressaquinha	MG														
Rio Bananal	ES														
Rio Casca	MG									enchente	enchente	enchente			
Rio Doce	MG										DSR	DSR		Romp. Colap	
Rio Espera	MG		chuvas intensas												
Rio Piracicaba	MG														
Rio Vermelho	MG														
Sabinópolis	MG			enxurrada							enxurrada	enxurrada			tempestade
Santa Bárbara	MG														
Santa Bárbara do Leste	MG	inundação	chuvas intensas												
Santa Cruz do Escalvado	MG		enxurrada/inundação												
Santa Efigênia de Minas	MG		chuvas intensas/vendaval					enxurrada							
Santa Margarida	MG	DSR						DSR							
Santa Maria de Itabira	MG														
Santa Maria do Suaçuí	MG												chuvas intensas		estiagem
Santa Rita de Minas	MG	chuvas intensas	chuvas intensas												
Santa Rita do Itueto	MG		chuvas intensas										inundação		
Santa Teresa	ES														

Município	Estado	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Santana do Manhuaçu	MG	DSR							enxurrada						
Santana do Paraíso	MG	inundação	chuvas intensas												
Santana dos Montes	MG														
Santo Antônio do Gramma	MG	inundação													
Santo Antônio do Itambé	MG												DSR		
Santo Antônio do rio abaixo	MG										Enchente				
São Domingos das Dores	MG														
São Domingos do Norte	ES														
São Domingos do Prata	MG	inundação													
São Gabriel da Palha	ES														
São Geraldo da Piedade	MG			Enxurrada								Enchente	DSR		
São Geraldo do Baixo	MG	inundação									Enxurrada		inundação		estiagem
São Gonçalo do Rio Abaixo	MG														
São João do Manhuaçu	MG														
São João do Oriente	MG										enxurrada				
São João Evangelista	MG	inundação									enxurrada				
São José da Safira	MG														
São José do Goiabal	MG	inundação				enxurrada									
São José do Jacuri	MG														

Município	Estado	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
São José do mantimento	MG														
São Mateus	ES														
São Miguel do anta	MG							Inundação		enxurrada	enxurrada				
São Pedro do Suaçuí	MG				inundação								chuvas intensas		
São Pedro dos Ferros	MG	DSR						inundação							
São Roque do Canaã	ES														
São Sebastião do Anta	MG		Chuvas intensas						Enchente						
São Sebastião do Maranhão	MG								Enchente				chuvas intensas		
São Sebastião do Rio Preto	MG										enxurrada				
Sardoá	MG							inundação			enchente		chuvas intensas		
Sem-Peixe	MG	inundação													
Senador Firmino	MG	inundação						inundação			enchente				
Senhora de Oliveira	MG										DSR				
Senhora do Porto	MG			Enxurrada											
Senhora dos Remédios	MG														
Sericita	MG		Enxurrada												
Serra Azul de Minas	MG														
Serro	MG	estiagem				enxurrada	estiagem	inundação	estiagem			chuvas intensas/ estiagem	chuvas intensas/ estiagem		
Simonésia	MG	inundação	chuvas intensas						erosão fluvial		enchente		Chuvas intensas		

Município	Estado	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Sobralia	MG	inundação													
Sooretama	ES														
Taparuba	MG	inundação	chuvas intensas												
Tarumirim	MG					enxurrada					Enxurrada				
Teixeiras	MG	inundação	chuvas intensas												
Timóteo	MG	inundação			inundação					DSR	enxurrada		DSR		
Tumiritinga	MG									enxurrada	enxurrada	inundação	inundação		
Ubá	MG						inundação		enxurrada		DSR		chuvas intensas		
Ubaporanga	MG	inundação	chuvas intensas												
Urucânia	MG	DSR e seca	inundação												
Vargem Alegre	MG												alagamento		
Vermelho novo	MG		chuvas intensas												
Viçosa	MG					enxurrada					enxurrada				
Vila Valério	ES														
Virginópolis	MG									enxurrada					
Virgolândia	MG												chuvas intensas		

Legenda: DSR – Deslizamento de solo ou rocha; Romp. Colap. – rompimento ou colapso de barragem; QTRM - quedas, tombamentos e rolamentos de matacões

Quadro 19 – Tipos de desastres ocorridos nos municípios localizados na Bacia Hidrográfica do Rio Doce no período entre os anos de 2003 a 2016

Tipo de desastres	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total	%
Alagamento												1			1	0,25
Chuvas Intensas	1	38								1	3	21	1		65	16,46
Danificação ou Destruição de Obras de Arte - DDOB								2	1						3	0,76
Deslizamento de Solo e Rochas (DSR)	10						4		2	10	1	3			30	7,59
Enchentes								7	8	22	6				43	10,89
Enxurrada		3	10	2	11		8	2	11	31	2	2			82	20,76
Erosão Fluvial								1							1	0,25
Estiagem	5					14		1	1	2	3	2	5	10	43	10,89
Granizo		1				3									4	1,01
Incêndio em áreas Protegidas		1													1	0,25
Inundações	52	3	8	3	9	1	19			1	2	6		2	106	26,84
Quedas, Tombamentos e Rolamentos de Matacões												1			1	0,25
Rompimento Colapsamento													4		4	1,01
Seca														1	1	0,25
Tempestade														4	4	1,01
Vendaval		1	1					1	1	2					6	1,52
Total	68	47	19	5	20	18	31	14	24	69	17	36	10	17	395	100,00

2.5.2 Rompimento Barragem de Rejeitos em Mariana-MG

Tendo em vista a trágica ruptura das barragens de rejeito de mineração de Fundão, pertencente à mineradora Samarco, ocorrida no dia 05/11/2015, em Mariana-MG, a Câmara Técnica de Gestão de Eventos Críticos (CTGEC) do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (CBH-Doce) alertou aos usuários das águas do rio doce, localizados a jusante do município de Rio Doce-MG, sobre a onda de cheia e a natureza das prováveis alterações qualitativas para a água nos próximos dias.

De acordo com informações de Boletim Extraordinário do Serviço Geológico do Brasil da CPRM^[1] a onda de cheia deslocou-se pela calha do rio Doce, sendo que o pico da onda passou pela Usina Risoleta Neves (Candonga) por volta das 10 horas do dia 06/11/2015, com vazão máxima verificada de $1900 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. A previsão era de que o pico atingiria o Parque Estadual do rio Doce (Estação de Cachoeira dos Óculos) na noite do dia 06/11 para o dia 07/11; A estação de Belo Oriente no dia 07/11 no período da tarde; A estação Governador Valadares na madrugada do dia 08/11; A estação Colatina no período da tarde do dia 09/11; A estação Linhares na noite do dia 09/11 para o 10/11.

Esta onda provocou alteração abrupta do nível d'água, razão pela qual recomendou aos usuários protegessem suas instalações de captação durante a passagem da onda de cheia.

De acordo com a CTGEC a natureza do resíduo em questão implicou em alterações temporárias nas características da água bruta, especialmente com relação a parâmetros de turbidez, cor, entre outros. De acordo com informações repassadas pela Samarco, o rejeito é composto, em sua maior parte, por sílica (areia) proveniente do beneficiamento do minério de ferro. Os resultados das análises de água e sedimento que foram realizadas na região afetada pelo SENAI/CETEC, acionado através do IGAM demonstraram significativas alterações na qualidade da água.

Os operadores de Estações de Tratamento de Água (ETA) e aos responsáveis pela vigilância da qualidade dos recursos hídricos o monitoramento da água, por ocasião do rompimento da barragem suspenderam a captação de água bruta. Foi recomendado aos operadores de Sistemas de Abastecimento de Água

(SAA) que incrementassem a produção e reservação de água tratada até a chegada da onda de cheia e que somente retomassem a captação a partir da melhoria das características físico-químicas da água, considerando suas possibilidades de potabilização.

A amortização da onda de cheia ocorreu por meio da operação das UHEs Baguari e Aimorés e, as referidas barragens contribuíam para a redução das vazões como também para a retenção e diluição parcial dos resíduos.

O rompimento da barragem de rejeitos de Fundão, da empresa mineradora Samarco, ocorrido no dia 05 de novembro de 2015 causou o maior desastre ambiental no Brasil, sendo responsável por impactos ambientais, sociais e econômicos na Bacia Hidrográfica do Rio Doce que podem perdurar por décadas (Figura 50).



Figura 50 - Distrito de Bento Rodrigues após o desastre causado pelo rompimento da barragem de rejeitos de Fundão /Samarco

Fonte: Márcia Cerqueira – Banco Imagens da ANA -24-11-2015

Salienta-se que em 2015, ano em que ocorreu esse desastre ambiental, o cenário foi de precipitações abaixo da normalidade, a tendência era de se acumular mais rejeitos, deixando um rastro maior de preocupação do que poderia acontecer

com a economia advinda do Rio Doce em suas diferentes pedoformas, além dos impactos socioambientais.

Em ambientes lânticos predomina uma maior acumulação de sedimentos e rejeitos ocasionado uma menor vazão quantitativa e qualitativa, uma menor autodepuração das Unidades Geoambientes, propiciando assim o surgimento de cenários que possibilitam a ocorrência de doenças respiratórias veiculadas a particulados em suspensão, doenças de veiculação hídrica propiciadas pela presença de metais pesados encontrados nos rejeitos espalhados ao longo da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (Figura 52).



Figura 51 - Área imediatamente afetada pelo rompimento da barragem de Fundão
Fonte: IBAMA -2015



Figura 52 – Espreadimento de rejeitos e sedimentos na Várzea rio do Carmo a montante do encontro com rio Gualaxo do Norte.

Fonte: Lucas Alves – Banco de Imagens da ANA – 11-11-2015

2.5.2.1 Análise dos Impactos nos Recursos Hídricos

A passagem da pluma de rejeitos elevou consideravelmente a concentração de sedimentos e os níveis de turbidez em todo o Rio Doce por vários dias. Isso resultou na interrupção total ou parcial do abastecimento de água de 12 cidades que captam água diretamente no Rio Doce, afetando 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 Unidades Nefelométricas de Turbidez (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 (ETA), foi retomado gradativamente.

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) listou os prejuízos em relatório publicado em 26 de novembro de 2015. Esses prejuízos são citados na Ação Civil Pública Cautelar, ajuizada pelo Ministério Público do Estado de Minas Gerais contra a Samarco Mineração S/A.

Em 27 de novembro de 2015 a ANA elaborou documento intitulado “Análise Preliminar sobre a qualidade da água e seus reflexos sobre os usos da água” no qual foi efetuada uma descrição do desastre do ponto de vista do Rio Doce, do trânsito da onda de lama pelo rio, identificados os principais usos da água e os usuários outorgados, descritas as principais estruturas hidráulicas existentes ao longo do rio e analisados os impactos principais associados à qualidade da água e seus usos.

O Ministério do Meio Ambiente (MMA) criou Grupo de Trabalho (GT) por meio da Portaria nº 02 de 06 de janeiro de 2016, com a participação de representantes do Ministério, do IBAMA, da ANA e do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) com o objetivo de coordenar a posição ambiental na esfera federal, relacionada ao acidente ocorrido com o rompimento da barragem de Fundão.

No início de fevereiro de 2016, o Governo de Minas Gerais apresentou o levantamento inicial dos danos materiais, ambientais, econômicos e humanos elaborado pela força-tarefa criada para avaliação dos efeitos e desdobramentos do rompimento da barragem, através do Decreto Estadual nº 46.892 de 20 de novembro de 2015 (MINAS GERAIS, 2015).

Os principais impactos sobre os corpos hídricos e os usos da água produzidos pelo desastre foram: A interrupção do abastecimento de água em função da degradação da qualidade da água nos rios afetados; -Prejuízos à agricultura (irrigação); Prejuízos à indústria e demais atividades econômicas que dependem da qualidade da água dos corpos hídricos atingidos; Prejuízos à produção de energia nas hidrelétricas; Comprometimento da pesca em toda a extensão do rio e na transição com o ambiente marinho; Comprometimento do turismo, sobretudo na região do estuário do rio Doce; Destruição de áreas de preservação permanente nos trechos de cabeceira; Assoreamento dos corpos hídricos; Alterações morfológicas

dos corpos hídricos atingidos; Mortandade de peixes e de outros organismos aquáticos; Perturbações do equilíbrio dos ecossistemas aquáticos.

2.5.2.2 Impactos na escala microrregional

Essa escala de análise corresponde ao trecho de aproximadamente 77 km, compreendido entre o ponto de ruptura da barragem e a foz do rio do Carmo no rio Doce. Mariana, Barra Longa e Rio Doce foram os municípios atingidos. Da foz do rio do Carmo, ainda são incluídos mais 12 km no rio Doce até a UHE de Candonga. Nessa escala, o principal efeito destrutivo do escoamento na lama foi uma enorme destruição nas comunidades terrestres do entorno causada pela lama que extrapolou a calha dos rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce. Logo após enveredar no rio Doce, a lama e os detritos vegetais foram parcialmente retidos pela barragem do UHE de Candonga. Após essa represa, a lama continuou a descer o rio Doce, mas dentro da sua calha principal.

Os impactos do desastre da Samarco na escala microrregional afetaram os córregos de Santarém (2 km), o rio Gualaxo do Norte (69 km), o rio do Carmo (28 km). Esta escala ainda inclui 12 km do rio Doce desde a foz do rio Piranga até a UHE de Candonga.

Na escala microrregional, destaca-se o assoreamento dos rios Gualaxo do Norte e do Carmo, bem como um trecho de 12 km dentro do rio Doce, até a barragem de UHE Candonga. Apesar de os maiores impactos terem sido observados tendo decorrido apenas algumas poucas horas após o desastre, ainda hoje (abril de 2016), constata-se um processo contínuo de carreamento e deposição de sedimentos nos cursos d'água. Esse processo decorre não só da erosão a partir da lama minerária depositada junto às margens, mas também da lenta liberação de lama pela barragem de Santarém.

Segundo o Ministério Público de Minas Gerais (Fonte: Rádio CBN, 15 de abril de 2016), estima-se que da barragem de Santarém (parcialmente danificada) tenham sido liberados 5,0 milhões de metros cúbicos de lama após o acidente até abril de 2016, sem que maiores ações corretivas tivessem sido tomadas para conter esse vazamento! Desse modo, os cursos d'água permanecem continuamente sendo assoreados e sua capacidade de transporte ainda está comprometida. O material

sedimentado ao longo das margens dos rios nesse trecho impede a captação seja para abastecimento público seja para consumo animal ou seu aproveitamento para a irrigação em dezenas de localidades. A seguir, o Quadro 20 contém informações dos principais impactos ambientais esperados na escala microrregional em comparação com os impactos ocorridos na escala macrorregional.

Quadro 20 – Impactos ambientais nas diferentes escalas de correntes do desastre de Mariana

N	Tipo de impacto	Descrição dos principais impactos previstos	Micro	Macro
1	Água	Turbidez	xx	xx
		Ecotoxicológicos (metais)	x	xx
		Nascentes	x	
2	Vegetação/solo	Erosão	xx	
		Compactação	xx	
		Contaminação por xenobiontes (metais e aminas)	xx	
		Queda de fertilidade das várzeas e áreas alagáveis	xx	
		Fragmentação de habitats	xx	
		Perda de conectividade nos ecótonos transicionais terra-água	xx	
		Perda generalizada de serviços ecológicos	xx	xx
3	Biodiversidade	Ictiofauna (peixes)	x	xx
		Herpetofauna (répteis e anfíbios)	x	xx
		Avifauna (aves)	x	x
		Mestofauna (mamíferos)	x	x
4	Unidades de conservação	Áreas de Preservação Permanente - APPs	xx	
		Parques Estaduais e Nacionais (PE Rio Doce – PERD e PN Sete Salões)		x

Fonte: Silva et al. (2015)

Segundo o governo de Minas, os prejuízos econômicos causados pelo desastre na microrregião afetada chegaram a R\$ 870 mil (esfera pública) e R\$ 13 milhões, no setor privado (MINAS GERAIS, 2016).

2.5.2.3 Impactos na escala macrorregional

Nessa escala, os impactos ambientais da tragédia serão analisados em toda a extensão dos rios afetados pelo desastre, ou seja, 663 km. Entretanto, como os primeiros 89 km (77 km nos tributários + 12 km no rio Doce), foram tratados no item

anterior, aqui será dada maior ênfase ao trecho dos 574 km compreendidos entre a UHE de Candonga, de onde a lama passa a correr apenas na calha central do rio até a sua foz, na cidade de Regência (ES).

Na escala macrorregional, os impactos foram bastante diferenciados em relação aos efeitos da tragédia na escala microrregional. As questões relacionadas à qualidade da água e à biota aquática são as de maior relevância, uma vez que, a jusante da barragem de Candonga, praticamente, a lama não extrapolou a calha do rio Doce. Os possíveis danos à biodiversidade são, ainda de difícil mensuração, e a quantificação desse tipo de prejuízo ainda dependem de estudos que estão sendo executados ou planejados para ser executados. Apesar das limitações nas informações disponíveis até o momento (fevereiro de 2016), podemos resumir os principais tipos de impactos ambientais observados na escala macrorregional.

Segundo o levantamento realizado pelo governo mineiro (MINAS GERAIS, 2016), os prejuízos econômicos associados ao desastre, na escala macrorregional, foram de R\$ 140 milhões na esfera pública e R\$ 340 milhões na esfera privada. Em termos ambientais, esperam-se investimentos em estudos básicos e aplicados, bem como de ações mitigatórias, ao longo dos próximos meses e anos em toda a região afetada pelo desastre.

Esses esforços visam, a obtenção de um quadro mais detalhado dos impactos ambientais associados ao acidente e os dados gerados irão subsidiar toda uma série de ações de reparação, mitigação, conservação dos diversos ecossistemas impactados.

A seguir são destacadas três prioridades ambientais consideradas nesses estudos: vegetação, ictiofauna e contaminação ambiental.

Em relação a vegetação a Bacia Hidrográfica do Rio Doce está predominantemente inserida no bioma da Mata Atlântica, embora esse bioma apresente altos índices de biodiversidade e de endemismo, a Mata Atlântica encontra-se em situação crítica. Em seus domínios vive 70% da população brasileira e nessa região estão localizadas as maiores cidades e os mais importantes polos industriais do Brasil.

Segundo IBAMA, em 2014, a Mata Atlântica estava reduzida a 15% de sua cobertura original (19.676.120 hectares). Dessa forma, o bioma figura entre os 25

hotspots mundiais, uma das regiões mais ricas e, ao mesmo tempo, mais ameaçadas do planeta (IBAMA, 2015).

Segundo o IBAMA (2015) o rompimento da barragem de Fundão causou a destruição de 1.469 hectares (14,69 km²) ao longo de 77 quilômetros de cursos d'água, incluindo áreas de preservação permanente (APPs).

Essa devastação concentrou-se principalmente em matas ciliares remanescentes e no solo. A passagem da lama não somente destruiu e arrancou as árvores e a vegetação herbácea, mas levou ou soterrou a serapilheira e seus bancos de sementes. Dessa forma, os ecossistemas atingidos pelo desastre, nesse primeiro trecho (escala microrregional), tiveram sua resiliência e processos de sucessão ecológica muito comprometidos.

Uma das primeiras tarefas a serem feitas será o mapeamento e monitoramento dos quase 15 km² de vegetação diretamente atingida pela lama. A espessura da cobertura de lama bem como suas propriedades físicoquímicas (granulometria, pH etc.), além da possível concentração de metais com potencial tóxico, deverão ser investigadas em detalhe. Os dados irão permitir a escolha de soluções locais que incluem desde a completa a remoção física do material até diferentes modelos de biorremediação disponíveis.

Segundo um levantamento feito pela EMBRAPA, a lama depositada ao longo das margens dos rios dificilmente poderá transformar-se em um solo estruturado que permita uma sucessão ecológica natural que restabeleça as comunidades vegetais, originalmente presentes nessas regiões (IBAMA, 2015). O material apresenta uma grande homogeneidade granulométrica, com elevados teores de areia fina e silte que representam 90% da fração de terra fina (< 2mm).

Os teores de argila encontrados são inferiores a 10%, característica que limita muito a capacidade de troca de cátions. A composição granulométrica dos rejeitos é extremamente homogênea e, dessa forma, sempre irá ocorrer um adensamento intenso das partículas após a secagem. Essa característica permite que haja uma rápida compactação, sob clima seco, o que impede uma boa oxigenação das camadas inferiores do solo. Adicionalmente, o material tem elevados teores de minerais ferruginosos (hematita, magnesita e ilmenita) o que limita ainda mais a sua fertilidade. É evidente que esses trechos, com baixa ou nenhuma capacidade de

resiliência, vão requerer Planos de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD, no longo prazo.

Em relação a ictiofauna o rio Doce possui 64 espécies de peixes nativos (dados da porção de MG), 12 (doze) delas consideradas endêmicas. Outras 11 espécies estão ameaçadas de extinção (Quadro 21) (IBAMA, 2015).

Quadro 21 – Lista de espécies de peixes ameaçados e endêmicas na Bacia Hidrográfica do Rio Doce

Espécies ameaçadas		Status
1	<i>Brycon devillei</i> (Castelnau, 1855)	EM
2	<i>Hemichilus wheatlandii</i> (German, 1890)	CR
3	<i>Hypomasticus thayeri</i> (Borodin, 1929)	EM
4	<i>Microlepidogaster perforatus</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1889)	CR
5	<i>Pareiorhaphis mutuca</i> (Oliveira & Oyakawa, 1899)	EM
6	<i>Pareiorhaphis nasuta</i> (Pereira, Vieira & Reis, 2007)	CR
7	<i>Pareiorhaphis scutula</i> (Pereira, Vieira & Reis, 2007)	EM
8	<i>Prochilodus vimboides</i> (Kner, 1859)	VU
9	<i>Rachoviscus graciliceps</i> (Weitzman & Cruz, 1981)	EM
10	<i>Steindachneridion doceanum</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1889)	CR
11	<i>Xenurolebias izecksohni</i> (Da Cruz, 1983)	EM
Espécies Endêmicas		
1	<i>Deuterodon pedri</i>	END
2	<i>Hemichilus wheatlandii</i>	END
3	<i>Oligosarcus solitarius</i>	END
4	<i>Phalloceros elachistos</i>	END
5	<i>Simpsonichthys izecksohni</i>	END
6	<i>Australoheros ipatinguensis</i>	END
7	<i>Potamarius grandoculis</i>	END
8	<i>Delturus carinotus</i>	END
9	<i>Pareiorhaphis nasuta</i>	END
10	<i>Pareiorhaphis doceanus</i>	END
11	<i>Pareiorhaphis planicauda</i>	END
12	<i>Steindachneridion doceanum</i>	END

Legenda: EM – em perigo; CR – situação crítica; VU – vulnerável; END – endêmica

Fonte: IBAMA (2015)

Em relação aos impactos ambientais dessa tragédia sobre os componentes da ictiofauna, três aspectos devem ser mencionados: (a) a extensão da rede hidrográfica afetada, de quase 600 km; (b) os níveis elevados e persistentes de turbidez; e (c) a possibilidade de essa comunidade sofrer os efeitos da

biomagnificação de elementos tóxicos colocados em disponibilidade na água, em decorrência da passagem da lama. Portanto, pode-se esperar impactos importantes na estrutura ecológica dessa comunidade, no longo prazo.

Foram registradas quedas bruscas de oxigênio dissolvido na água alguns dias após a passagem da onda de lama nos pontos de monitoramento. As causas da redução dos níveis de oxigênio dissolvido não foram elucidadas até o momento. Uma hipótese é a de que um grande volume de formas reduzidas de íons Fe e Mn tenha sofrido oxidação, consumindo o oxigênio dissolvido na água. Outra hipótese é de que a turbidez extrema da água tenha impedido a fotossíntese realizada pela flora aquática, com consequente redução da produção autóctone de oxigênio. É possível, ainda, que os dois fenômenos tenham ocorrido de forma sinérgica, e que juntamente com outros fatores, como as concentrações extremas de sólidos na água, tenham promovido a mortandade de peixes e outros organismos aquáticos por asfixia (Figura 53).



Figura 53 - Mortandade de peixes na área do Parque Estadual do rio Doce

Fonte: Elvira Nascimento - Banco de Imagens da ANA – 08-11-2015

Apesar dos picos de concentração medidos durante a passagem da onda de rejeitos, houve uma clara tendência de queda para todos os parâmetros analisados até o final do monitoramento emergencial realizado pelo Instituto Mineiro de Águas (IGAM), com valores mais próximos aos registrados antes do evento.

É importante ressaltar que, apesar da tendência de retorno às condições anteriores dos parâmetros analisados, as perturbações impostas aos ecossistemas aquáticos afetados deixaram um passivo significativo no rio Doce. Boa parte do material vazado com o rompimento da barragem ainda se encontra depositado nos corpos hídricos, o que compromete de maneira real ou potencial diversos usos da água. Em adição, o grande volume de rejeitos acumulados nos corpos hídricos atingidos afeta o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos, comprometendo fauna, flora e serviços ecológicos como, por exemplo, o processo de autodepuração.

Além disso, esse material, assim como os subprodutos resultantes de sua lixiviação, tende a se deslocar rio abaixo, ao sabor dos eventos hidrológicos (cheias), ou a partir de intervenções destinadas a remoção e contenção dos rejeitos, com consequências para a qualidade da água. Isto pode explicar as alterações no aspecto do rio Doce, principalmente em termos de coloração, turbidez e deposição de sedimentos, ainda visíveis meses após o rompimento da barragem.

É difícil prever com precisão e detalhamento os impactos do desastre sobre a qualidade da água do rio Doce em médio e longo prazos. No entanto, o acompanhamento das condições do rio em termos qualitativos merece atenção especial. Nesse sentido, a coleta de dados a partir do monitoramento de parâmetros específicos e o desenvolvimento de novos estudos, incluindo biomonitoramento e ensaios ecotoxicológicos, são fundamentais para se determinar possíveis impactos adicionais do desastre sobre a qualidade da água.

Os estudos voltados à ictiofauna deverão, portanto, concentrar-se não somente no monitoramento regular das principais populações. Aspectos ecológicos importantes, como o comportamento reprodutivo, as estratégias de alimentação, bem como as modificações morfocomportamentais sofridas pelas diferentes populações em decorrência do acidente deverão ser priorizados.

Outra vertente de estudos estará concentrada na questão da contaminação ambiental que os peixes do rio Doce podem sofrer.

Finalmente, uma terceira linha de estudos, mais aplicados, será direcionada ao segmento da pesca tradicional, da piscicultura e da aquicultura, essas duas últimas atividades, vistas, agora, como alternativas importantes não só para a produção de pescado na região como também para a geração de emprego e renda.

Em relação a contaminação ambiental a síntese apresentada, a seguir, baseia-se em resultados oficiais de monitoramentos realizados pelo IGAM e pelo Serviço Geológico do Brasil da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) (2015).

O IGAM vem realizando um monitoramento diário em 12 estações de monitoramento localizadas ao longo da calha do rio Doce, incluindo ainda um ponto localizado no rio do Carmo, na localidade de Barra Longa que passou a ser monitorado a partir do dia 21 de novembro de 2015. Os demais pontos apresentam dados em uma série temporal mais longa.

Os impactos causados pelo rompimento da barragem de Fundão na qualidade de água do rio Doce e seus tributários podem ser tipificados em duas grandes categorias: (a) aumento na quantidade de partículas em suspensão e dissolvidas; (b) aumento nos níveis de contaminação por metais e outros agentes, com potencial tóxico.

O aumento na quantidade de partículas em suspensão na água pode ser refletido em diversas variáveis limnológicas (transparência, cor, turbidez, sólidos dissolvidos, sólidos totais, sólidos sedimentáveis etc.). As Figura 54 e Figura 55 ilustram o aumento observado nos sólidos totais na calha do rio Doce, após o desastre em Bento Rodrigues.

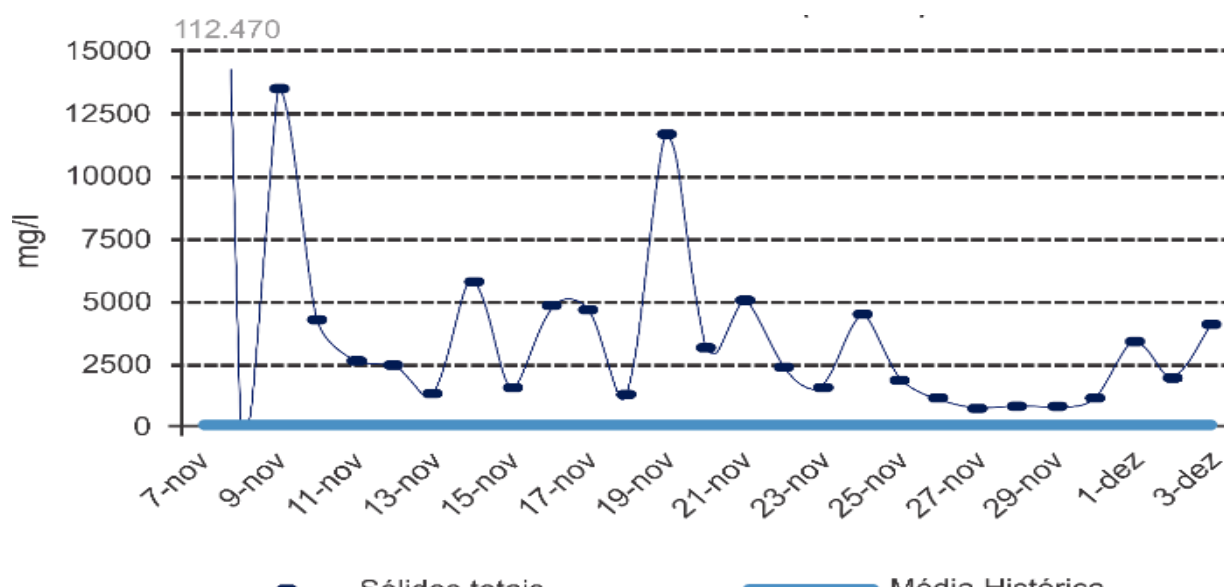


Figura 54 - Concentrações de sólidos totais (mg L^{-1}) entre 07/11 e 03/12/2015, na estação Rio Doce (RD072) situado na calha do rio Doce, em Minas Gerais
Fonte: IGAM (2015).

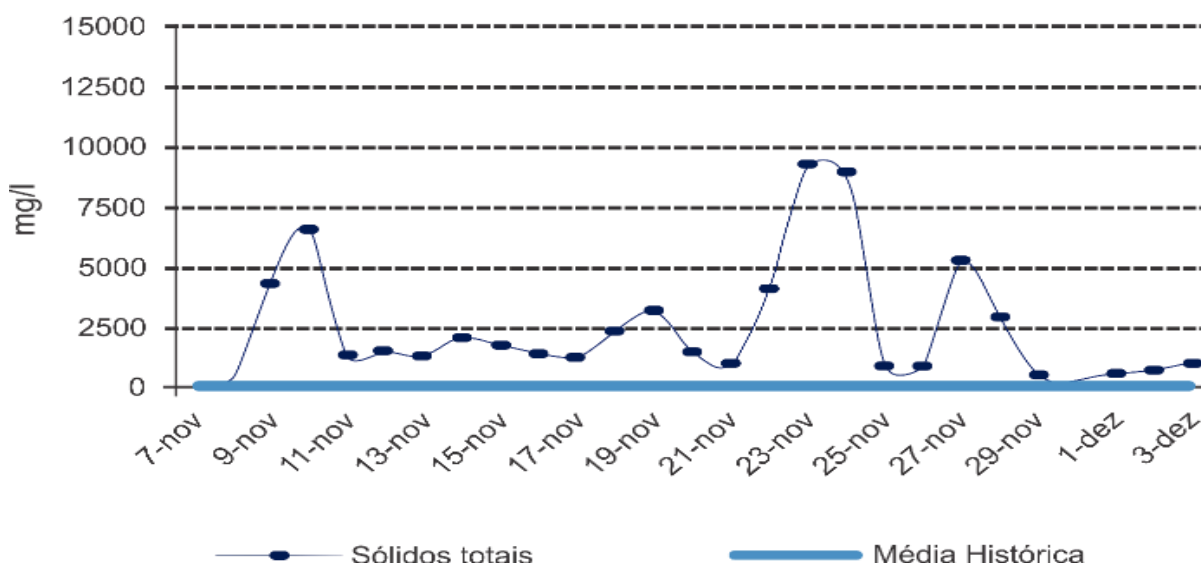


Figura 55 - Concentrações de sólidos totais (mg L^{-1}) entre 07/11 e 03/12/2015 na estação Periquito (RD083) situado na calha do rio Doce, em Minas Gerais.
Fonte: IGAM (2015)

Os valores de sólidos totais chegaram a mais de $112.000 \text{ mg L}^{-1}$ na estação rio Doce (RD072), no dia 7/11/2015, logo após a entrada do rio Carmo no rio Doce, enquanto que a 6 (RD083) ilustra a evolução temporal da variável em um ponto situado na porção central do rio Doce (estação de Periquito).

A questão da contaminação ambiental pode ser exemplificada com a evolução temporal das concentrações de alguns metais nas diferentes estações amostradas (Figura 56 a Figura 59).

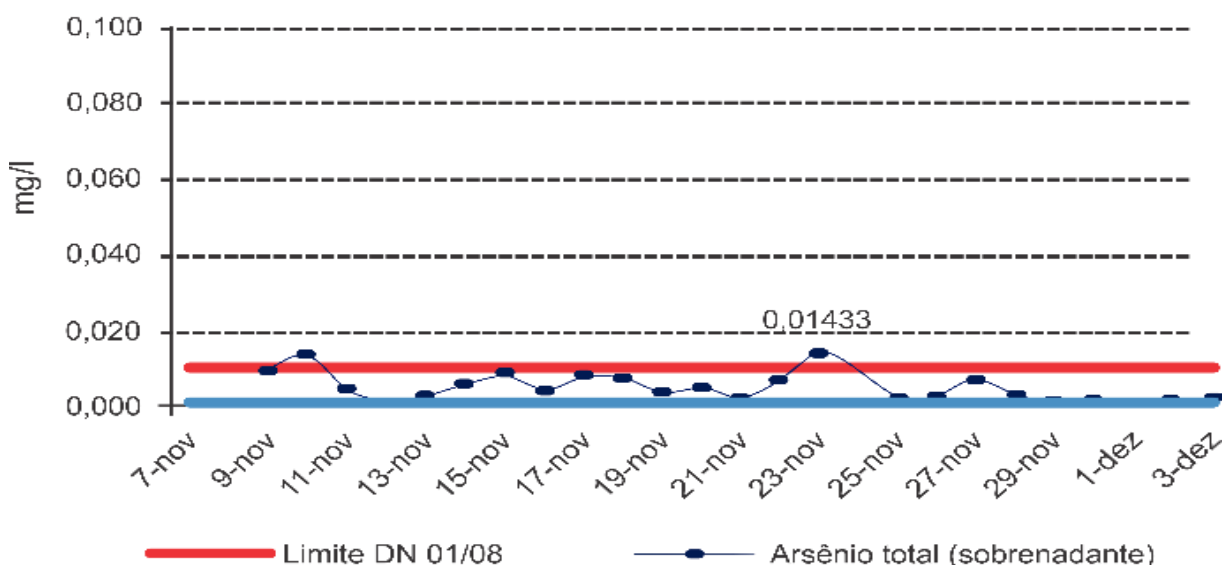


Figura 56 - Concentração de arsênio total na estação Periquito (RD083) situado na calha do rio Doce, em Minas Gerais

Fonte: IGAM (2015)

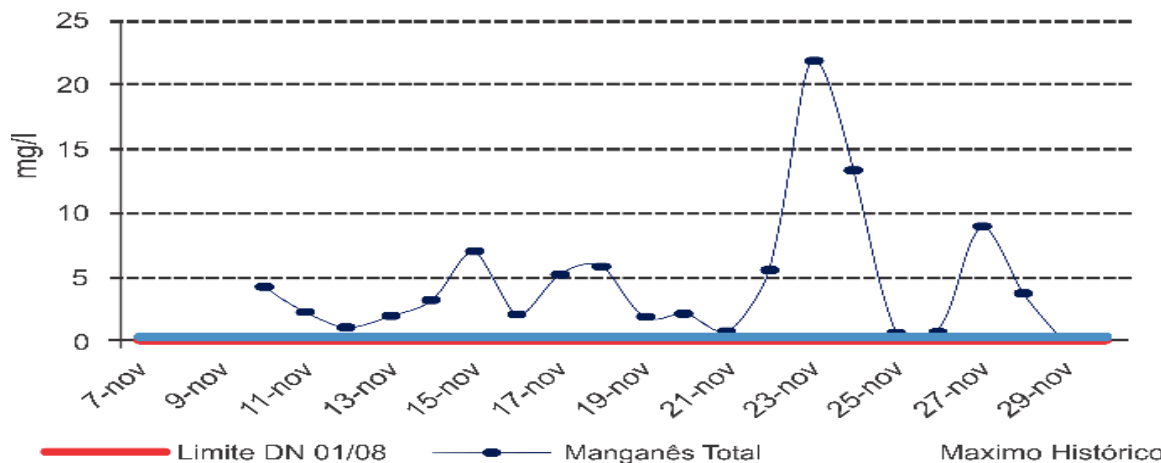


Figura 57 – Concentração de manganês total na estação Periquito (RD083) situado na calha do rio Doce, em Minas Gerais

Fonte: IGAM (2015)

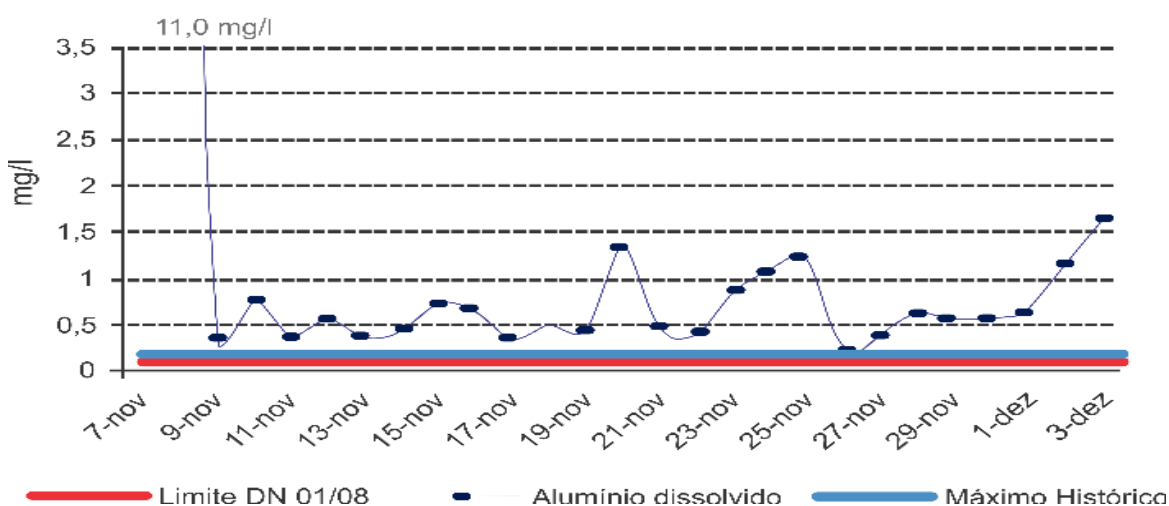


Figura 58 – Concentração de alumínio dissolvido na estação Ipatinga (RD035) situado na calha do rio Doce, em Minas Gerais

Fonte: IGAM (2015)

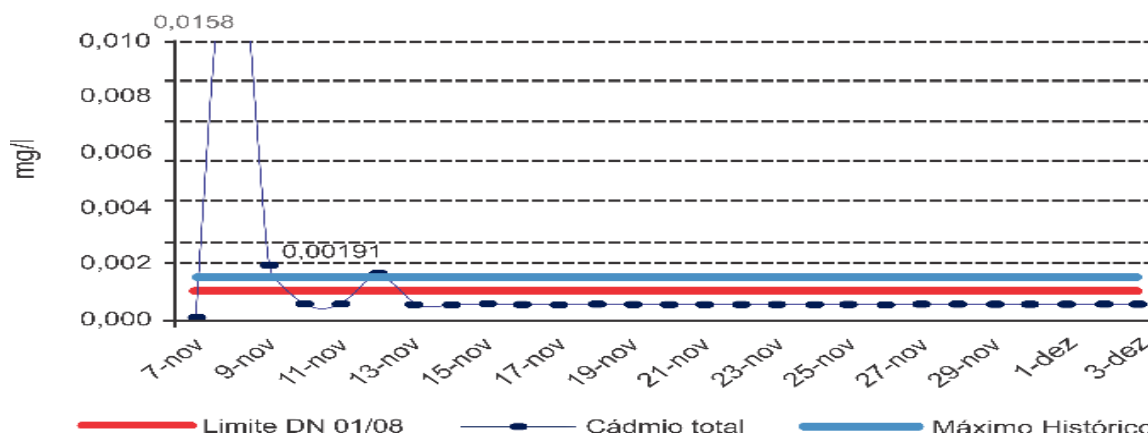


Figura 59 – Concentração de cádmio total na estação Belo Oriente (RD033) situado na calha do rio Doce, em Minas Gerais

Fonte: IGAM (2015).

A principal modificação na qualidade de água decorrente do desastre em Bento Rodrigues foi um aumento extraordinário dos valores de partículas em suspensão na água do rio Doce. Ao contrário do que foi previsto, a recuperação dos valores médios para toda uma série de variáveis associadas ao aumento dessa carga de sólidos não está ocorrendo na velocidade prevista. Em muitas ocasiões, reversões na tendência de queda nos valores de sólidos têm sido observadas em vários pontos e em várias ocasiões, ao longo das semanas que se seguiram ao desastre.

As implicações ambientais associadas ao aumento na carga de sólidos presentes nas águas do rio Doce são imensas. Inicialmente, deve ser destacado que várias localidades nos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo foram obrigadas a interromper a captação de água, a partir do rio Doce. Essa interrupção causou situações de crise em cidades de grande porte, como Governador Valadares (MG) e Colatina (ES), por exemplo.

O excesso de turbidez pode ter causado a morte de milhares de peixes e de outros organismos aquáticos, em um primeiro momento. Em seguida, a queda na atividade fotossintética de algas e outras plantas aquáticas irá comprometer o funcionamento de toda a cadeia trófica. Muitos organismos podem não resistir à falta de alimentos gerada pela diminuição na produção primária em um grande rio como o rio Doce. O elevado teor de sólidos pode, ainda, favorecer o aumento e/ ou a manutenção de concentrações de outros poluentes e elementos tóxicos na água e incrementar ainda mais a eutrofização já presente em alguns trechos do rio.

A evolução temporal (Nov.-Dez., 2015) das concentrações de chumbo, níquel, cromo e mercúrio em alguns pontos situados na água da calha do rio Doce, em Minas Gerais (Figura 60 a Figura 63).

E quanto à questão ecotoxicológica, pelo menos três aspectos importantes devem ser destacados. Em primeiro lugar, embora o rio Doce já tenha um histórico de poluição causada pelas indústrias sediadas em suas margens, é evidente que as concentrações da maioria dos metais analisados ultrapassaram os valores considerados como médias históricas para a região no período considerado

(novembro-dezembro de 2015). Essas médias históricas estão representadas pela linha horizontal azul nas (Figura 60 a Figura 63).

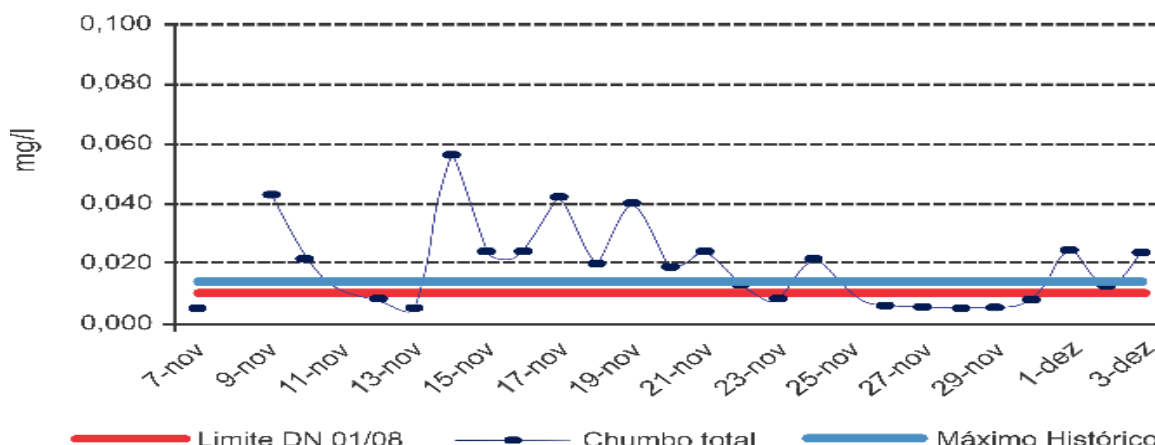


Figura 60 - Evolução temporal (Nov.-Dez 2015) das concentrações de chumbo total na estação Rio Doce (RDO72) situado na água da calha do rio Doce, em Minas Gerais.
Fonte: IGAM (2015).

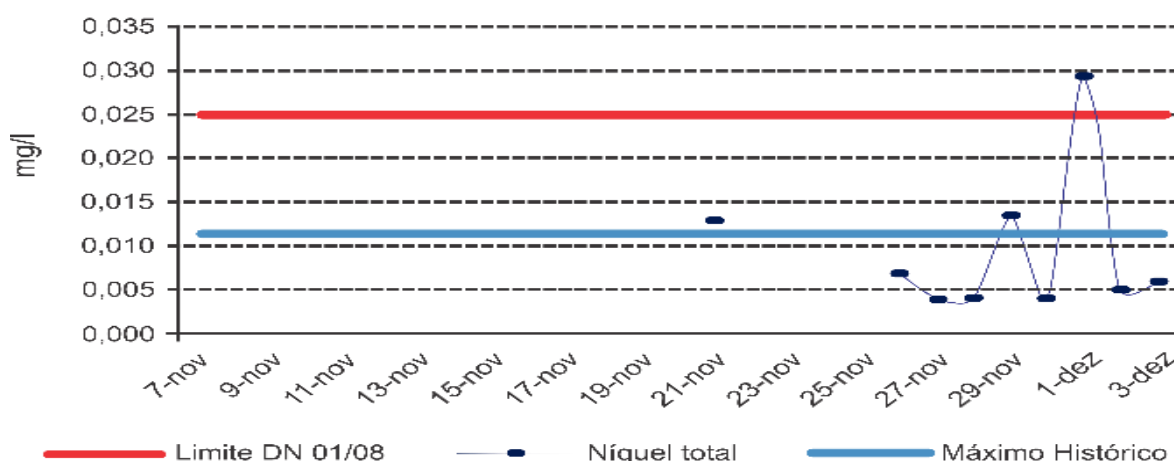
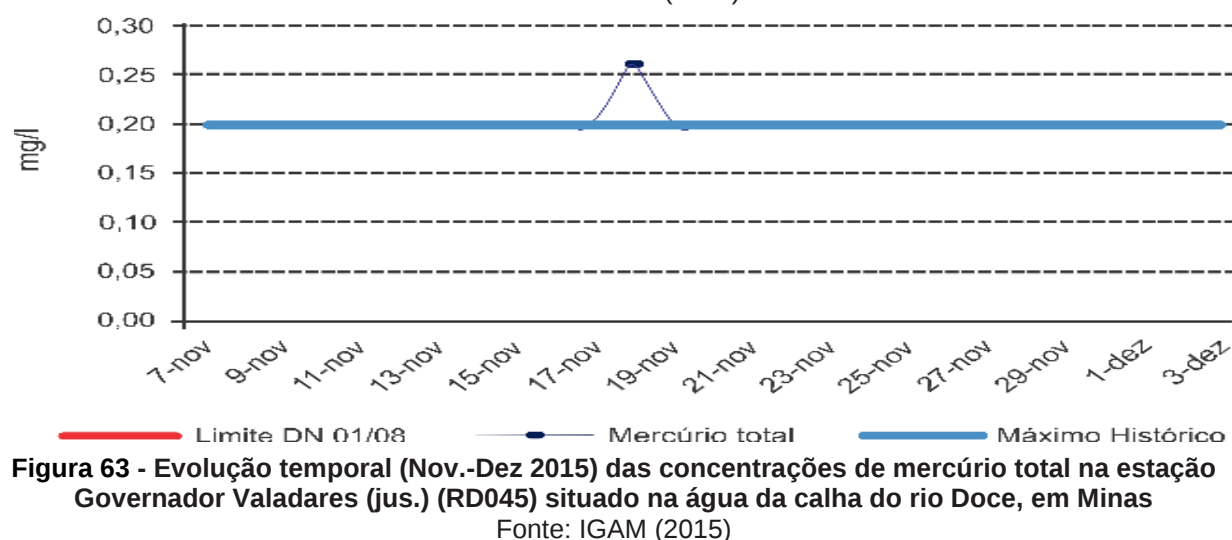
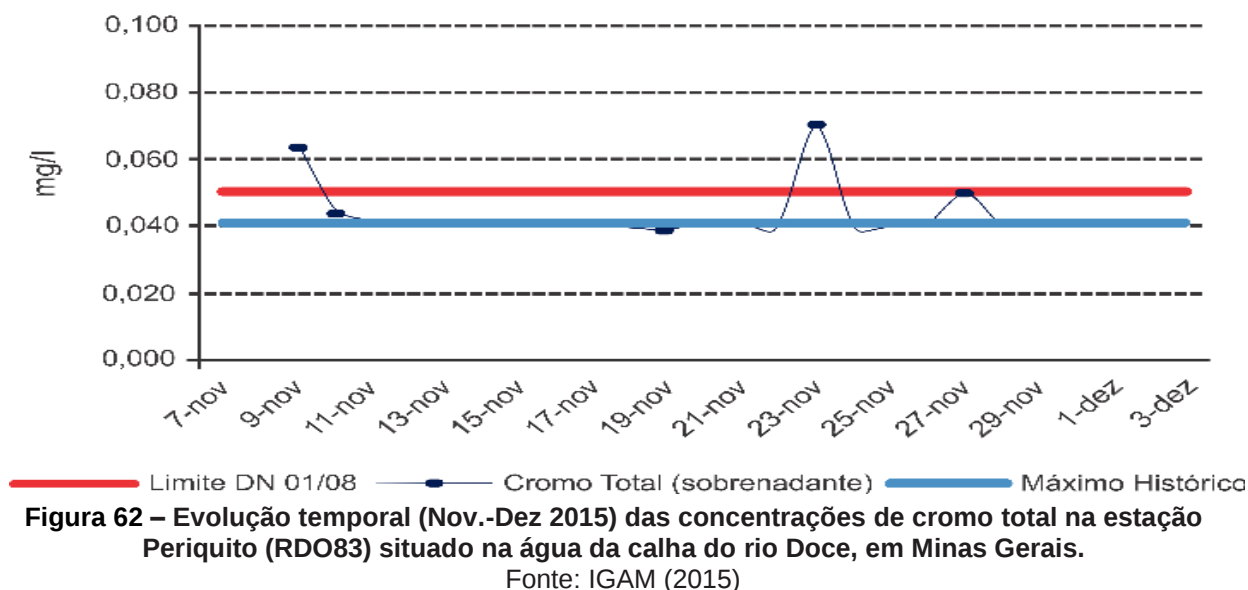


Figura 61 – Evolução temporal (Nov.-Dez 2015) das concentrações de níquel total na estação Barra Longa (RDO71) situado na água da calha do rio Doce, em Minas Gerais.
Fonte: IGAM (2015)



Em muitos casos as concentrações observadas ultrapassaram valores considerados seguros para águas naturais. Nas Figuras supracitadas esses valores estão representados pela linha vermelha, cujos limites são sugeridos pela norma alemã DIN, internacionalmente reconhecida como valor aceitável e seguro para águas interiores.

Deve ser ressaltado que tais concentrações de metais se referem a valores encontrados na água. Obviamente, existe a possibilidade de que possa haver incremento desses valores na biomassa de peixes e outros organismos aquáticos graças ao processo da biomagnificação de xenobiontes que normalmente ocorre na cadeia trófica (ISLA, 2016).

Uma grande polêmica foi aberta pela Samarco, empresa mineradora responsável pelo desastre ambiental no Rio Doce ao afirmar que os seus rejeitos não seriam tóxicos. A empresa baseia-se na Norma Brasileira de Referência (NBR 10.004/2004) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que certifica os rejeitos do complexo minerário de Germano como resíduos não perigosos (ABNT, 2004).

Com base na supracitada NBR os rejeitos seriam não inertes apenas para Mn e Fe. Apesar disso, temos que reconhecer que o derramamento de dezenas de milhões de toneladas de rejeito inerte no meio ambiente acabou por gerar uma lama com claro potencial tóxico. Milhões de toneladas de rejeitos liberadas no ambiente acabaram por revolver montantes não desprezíveis de sedimentos, diferentes camadas de solo, vegetação viva e todo tipo de material que encontraram pela frente. Muitas edificações (incluindo depósitos de suplementos agrícolas, industriais, lubrificantes e de combustíveis) vieram abaixo, assim como veículos e máquinas agrícolas que foram soterrados ou transportados por dezenas de quilômetros rio abaixo. Todo esse processo certamente acabou por disponibilizar um elevado montante de metais e outros poluentes na coluna de água do rio Doce e de seus tributários diretamente afetados.

A recuperação da qualidade de água no rio Doce também irá exigir grandes investimentos em monitoramento e, posteriormente, em medidas de recuperação e conservação da saúde ambiental desse grande rio. Projetos especialmente voltados ao estudo ecotoxicológico das comunidades aquáticas são mandatórios, por exemplo. Por outro lado, há uma grande pressão exercida pela sociedade, junto às prefeituras lindeiras para a melhoria dos serviços de captação e distribuição de água bem como o tratamento adequado dos efluentes domésticos e industriais que são lançados de volta ao rio Doce.

Espera-se que medidas de mitigação até aqui adotadas surtam os resultados esperados e que acidentes como este sejam evitados, lembrando que tais eventos já aconteceram em momentos anteriores ao de Mariana, tais como:

- 1 - 22/06/2001: rompimento de barragem de rejeitos de minério de ferro da Mineradora Rio Verde, em São Sebastião das Águas Claras (Macacos) MG;

- 2 - 29/03/2003: rompimento de barragem de rejeitos industriais – Ind. Cataguases de Papel, em Cataguases (MG);
- 3 - 10/01/2007: rompimento de barragem de rejeitos da Mineradora de Bauxita Rio Pomba/Cataguases, em Miraí (MG); e
- 4 - 10/09/2014: rompimento de barragem de contenção de rejeitos na Mina Retirado do Sapecado, em Itabirito (MG).

2.5.3 Secas, Estiagens e Inundações

Atualmente mais de 3/4 de todos os desastres naturais são relacionados aos eventos críticos do tempo, clima e água. O progresso nas ciências meteorológicas e hidrológicas indica que os impactos de desastres naturais podem ser reduzidos através da prevenção e preparação.

Em 2004, as chuvas intensas que caíram em vários Estados, nos meses de janeiro e fevereiro, ocasionaram desastres que, segundo Ministério da Integração Nacional, atingiram cerca de 350.000 pessoas, com 209 mortes contabilizadas até 25 de março de 2004, o que configura o maior desastre natural já ocorrido no Brasil. Ocorreram, principalmente, deslizamentos de terra, rompimento de barragens e inundações.

A ANA já vem realizando o acompanhamento da evolução das condições hidrológicas de alguns rios, do armazenamento dos principais reservatórios e das ocorrências de Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública nos municípios brasileiros. Contudo, estas ações, muitas vezes, têm sido decorrentes de demandas localizadas e não um trabalho sistemático, planejado e proativo, que realmente traga resultados em termos de prevenção e minimização de eventos extremos.

Face à ocorrência de sucessivos eventos críticos e à necessidade de acompanhá-los em tempo real, de forma sistemática e proativa, fornecendo respostas com maior agilidade e precisão, foi aprovada, na reunião da Diretoria Colegiada nº 134, de 04 de agosto de 2004, a criação da Sala de Situação da ANA (ANA, 2004).

Assim, após visita a outras “Salas de Situação” já em funcionamento (Secretaria Nacional de Defesa Civil, ONS, INFRAERO) foi elaborada, em 2004,

uma primeira proposta para a montagem da Sala de Situação da ANA, tendo sido modificada, em 2005, sua concepção inicial e elaborada nova proposta para aquisição de parte dos equipamentos básicos. Esta Sala teve seu funcionamento iniciado em maio de 2006, apenas com parte dos meios físicos e humanos necessários, através do desenvolvimento e implantação de algumas ferramentas de monitoramento e definição de outros equipamentos para aquisição em 2007.

O principal objetivo da Sala de Situação é acompanhar as tendências hidrológicas em todo o território nacional, com a análise da evolução das chuvas, dos níveis e das vazões dos rios e reservatórios, da previsão do tempo e do clima, bem como a realização de simulações.

Um exemplo na Bacia Hidrográfica do Rio Doce é o CBH/Caratinga que dispõe de Plano de Controle de Cheias da Bacia do Rio Caratinga - MG, afluente do Rio Doce. Em parceria com o Ministério da Integração Nacional, a ANA, participa, da coordenação e análise de estudos contratados para a Bacia do Rio Caratinga, definindo alternativas voltadas à minimização de danos causados por enchentes e subsídios às etapas futuras de elaboração de estudo de viabilidade final, projetos básicos e executivos.

A Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) opera há mais de 40 anos cerca de 75% da rede básica nacional de responsabilidade da ANA. A Superintendência Regional de Belo Horizonte da CPRM - SUREG/BH, por sua vez, é responsável pela operação da rede na sub bacia 56 – Bacia do rio Doce.

A Figura 64 apresenta a localização das sub bacias que são totalmente ou parcialmente operadas pela SUREG/BH.

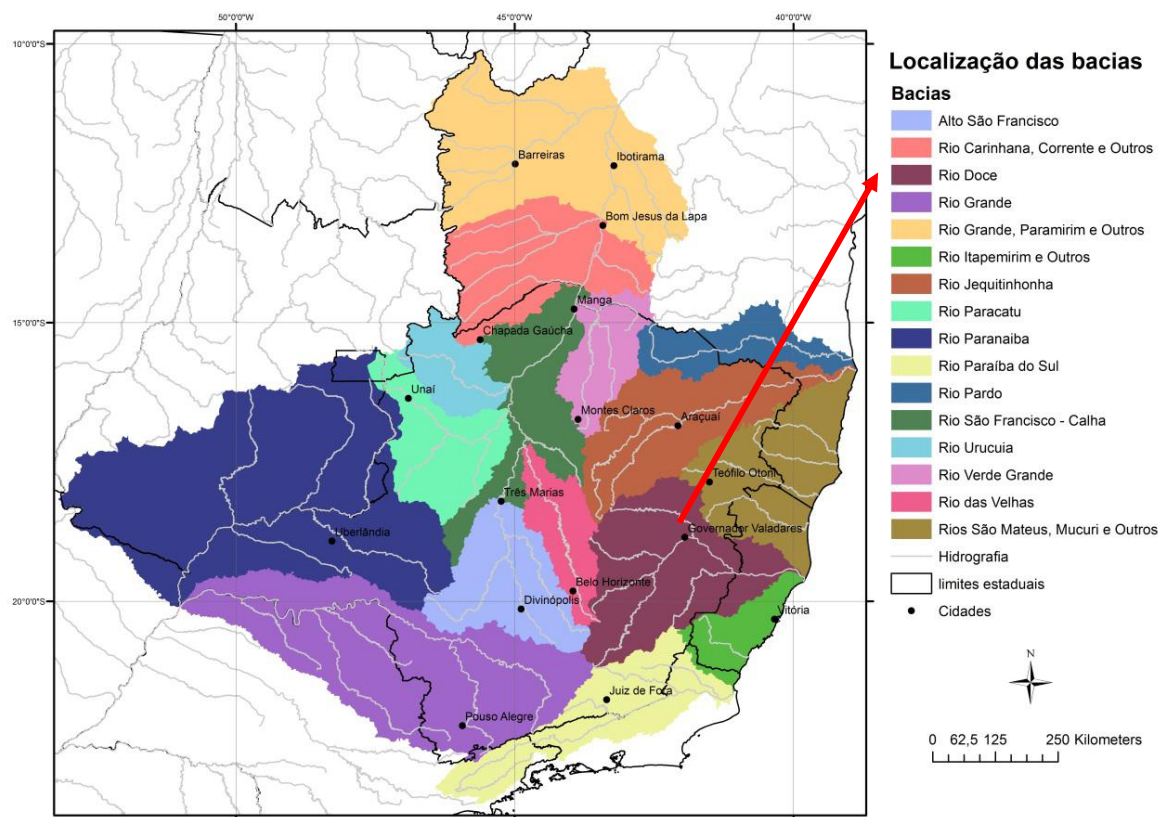


Figura 64 - Localização das bacias hidrográficas relacionadas ao Estado de Minas Gerais.
Fonte: CPRM/Serviço Geológico do Brasil - Acompanhamento da estiagem na região Sudeste do Brasil – Relatório 03/2016.

Na área de atuação da SUREG/BH o ano hidrológico vai de outubro a setembro, sendo o período chuvoso de outubro a março e o seco de abril a setembro. Nos quatro últimos anos hidrológicos: outubro de 2011 a setembro de 2012, outubro de 2012 a setembro de 2013, outubro de 2013 a setembro de 2014 e outubro de 2014 a setembro de 2015, em grande parte da região, foram registradas precipitações abaixo da média histórica. O período chuvoso do ano hidrológico 2015/2016 foi próximo da média em grande parte da região Sudeste.

Entretanto, em algumas regiões, principalmente em parte da área de atuação da SUREG/BH, a situação continua crítica. Em função disto, as vazões dos rios em parcela da região estão abaixo das vazões médias já registradas. Estas condições podem acarretar problemas de escassez de água para diversos segmentos econômicos, tais como, abastecimento público e industrial, irrigação, geração de energia elétrica, navegação etc.

Assim, desde 2014 a CPRM estabeleceu uma rotina de acompanhamento das chuvas e níveis dos rios nas áreas de atuação das SUREG de Belo Horizonte e São Paulo para intensificar as medições realizadas para melhor definição do ramo inferior das curvas chaves, bem como estabelecer prognósticos de vazões para o período seco.

O terceiro relatório do monitoramento da estiagem de 2016 na Região Sudeste, considerando a área de atuação da SUREG/BH apresenta uma análise das vazões observadas nos meses de outubro de 2015 até junho de 2016, além das medições de vazões realizadas durante o mês de maio de 2016.

Foi adotado, no caso da estiagem, o limite de precipitação crítico de 60% da precipitação média no período em análise, ou seja, se em uma determinada região chover menos que 60% da precipitação média, existe um risco dessa região ter problemas com estiagem.

A comparação da precipitação observada e a média histórica na região Sudeste existem dois períodos distintos, o período chuvoso, que vai de outubro a março e o seco que vai de abril a setembro. No período chuvoso são registrados cerca de 85% da precipitação anual total e no seco os 15% restantes.

Dentro do período chuvoso pode ser observado um trimestre mais chuvoso, que na porção leste e norte da área de atuação da SUREG/BH vai de novembro a janeiro e na porção sul e oeste de dezembro a fevereiro. No semestre seco existe um trimestre mais seco, que vai de junho a agosto em toda a região, quando são registrados menos de 5% da precipitação anual.

Nas Figura 65 à Figura 68 são apresentadas a precipitação de junho de 2016 e a razão desse mês com a precipitação média de junho de 1998 a 2014, respectivamente.

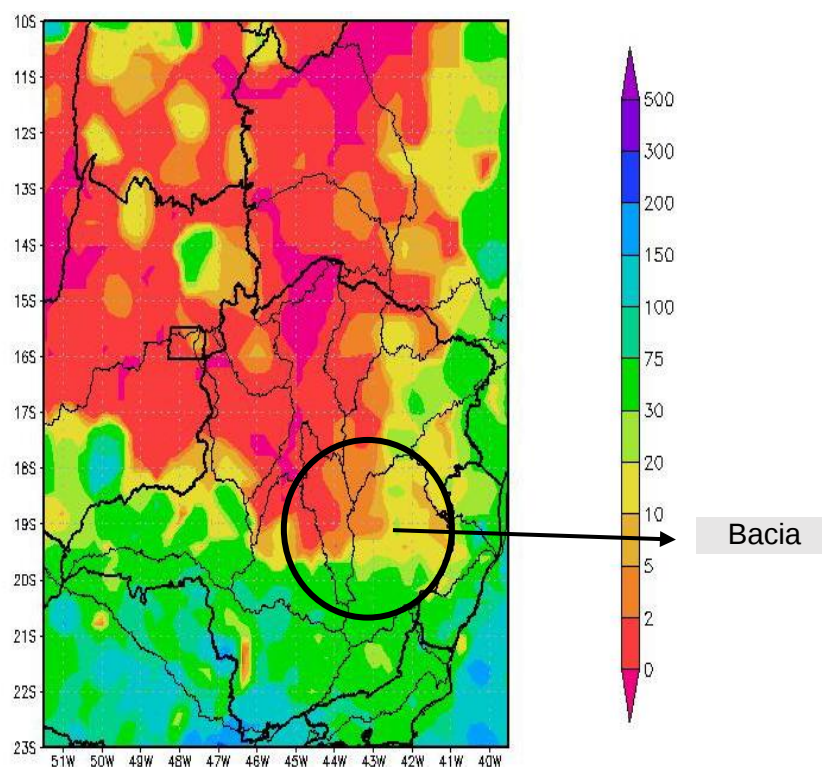


Figura 65 - Total precipitado (mm) de 1 a 30 junho de 2016.

Fonte: CPRM/Serviço Geológico do Brasil - Acompanhamento da estiagem na região Sudeste do Brasil – Relatório 03/2016.

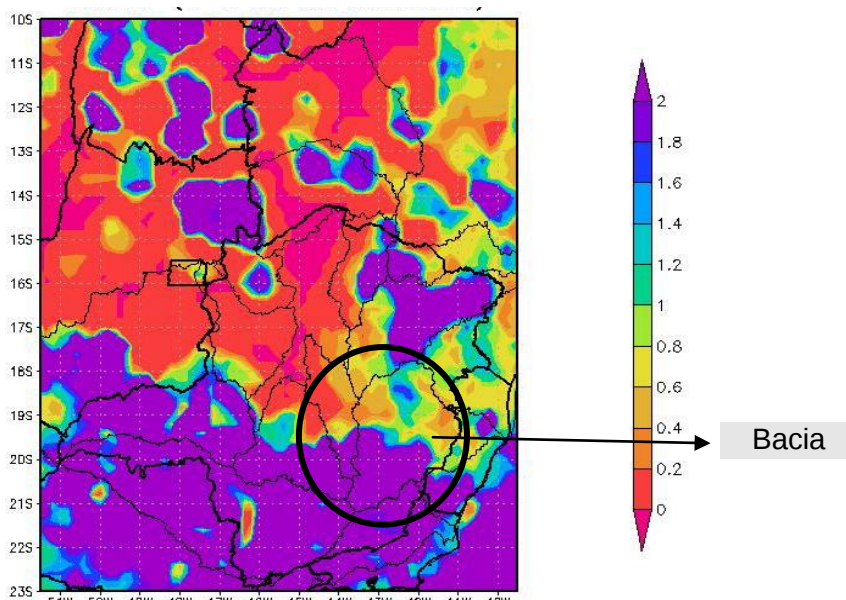


Figura 66 - Razão entre o total precipitado de 1 a 30 junho de 2016 a média histórica de 1998 a 2014

Fonte: CPRM/Serviço Geológico do Brasil - Acompanhamento da estiagem na região Sudeste do Brasil – Relatório 03/2016

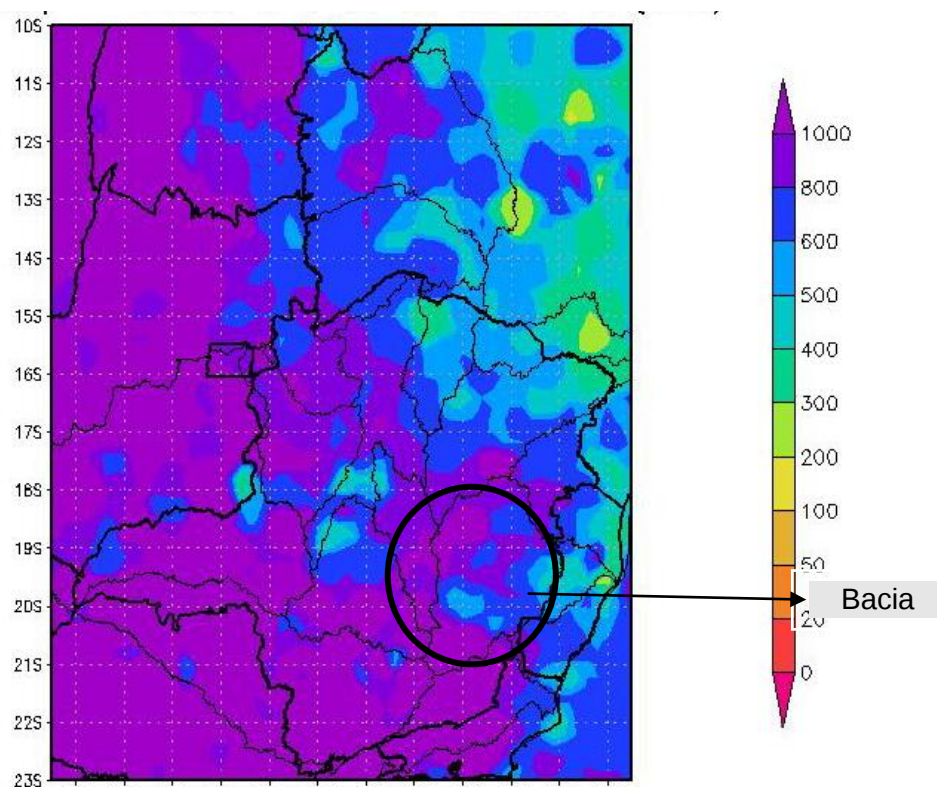


Figura 67 - Total precipitado (mm) de outubro de 2015 a junho de 2016.

Fonte: CPRM/Serviço Geológico do Brasil - Acompanhamento da estiagem na região Sudeste do Brasil – Relatório 03/2016

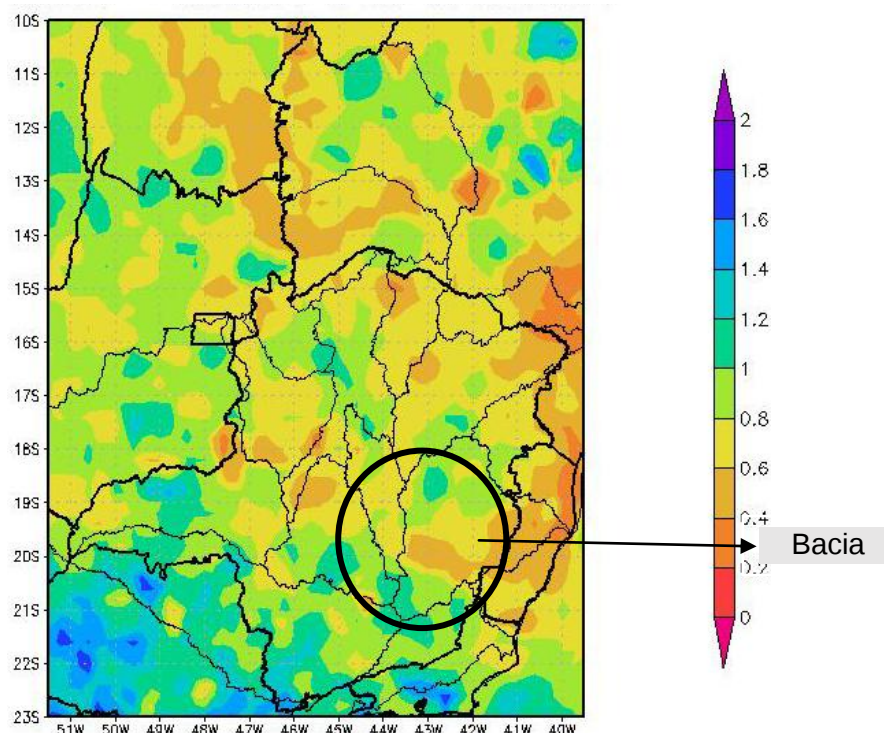


Figura 68 - Razão entre o total precipitado de outubro de 2015 a junho de 2016 e a média histórica de 1998 a 2014

Fonte: CPRM/Serviço Geológico do Brasil - Acompanhamento da estiagem na região Sudeste do Brasil – Relatório 03/2016

Analisando a Figura 69 verifica-se que no mês de junho de 2016 foram registradas precipitações abaixo da média histórica no Médio e Baixo Doce. Junho é um mês em que chove pouco e, nesse ano, foram registradas chuvas acima da média, se aproximando do valor máximo observado para esse mês.

Verifica-se que o total acumulado de outubro de 2015 a junho de 2016 é menor do que a média histórica em quase toda a região monitorada, especialmente nas porções central, norte, nordeste e leste, com destaque para o Espírito Santo.

A apresenta, por bacia, as precipitações acumuladas de outubro a junho dos anos hidrológicos 2013/2014, 2014/2015 e 2015/2016 e a média histórica de outubro a junho.

Verifica-se que a Bacia Hidrográfica do Rio Doce o total acumulado no período chuvoso atual é menor do que o total acumulado da média histórica de outubro a junho.

As precipitações de outubro de 2015 a junho de 2016 foram menores que as precipitações de outubro a junho do ano hidrológico 2013/2014 na bacia do rio Doce.

Os anos hidrológicos 2013/2014 e 2014/2015 foram anos de estiagem severa, onde as equipes de campo conseguiram medir as menores vazões das séries históricas em praticamente todas as estações localizadas na área de atuação da SUREG/BH. Por mais que junho de 2016 tenha sido um mês com precipitações acima da média em algumas bacias em análise, o total acumulado para o ano hidrológico ainda está baixo em diversas regiões. Como o período seco começa em abril, espera-se que as eventuais precipitações ocorram com menor magnitude até o início do próximo período chuvoso. Assim, o ano hidrológico 2015/2016 será mais um ano na sequência com total precipitado abaixo da média, e juntando com o déficit hídrico que as bacias já se encontram, o ano hidrológico 2015/2016 também será um ano com problemas na estiagem, no médio e do baixo Doce.

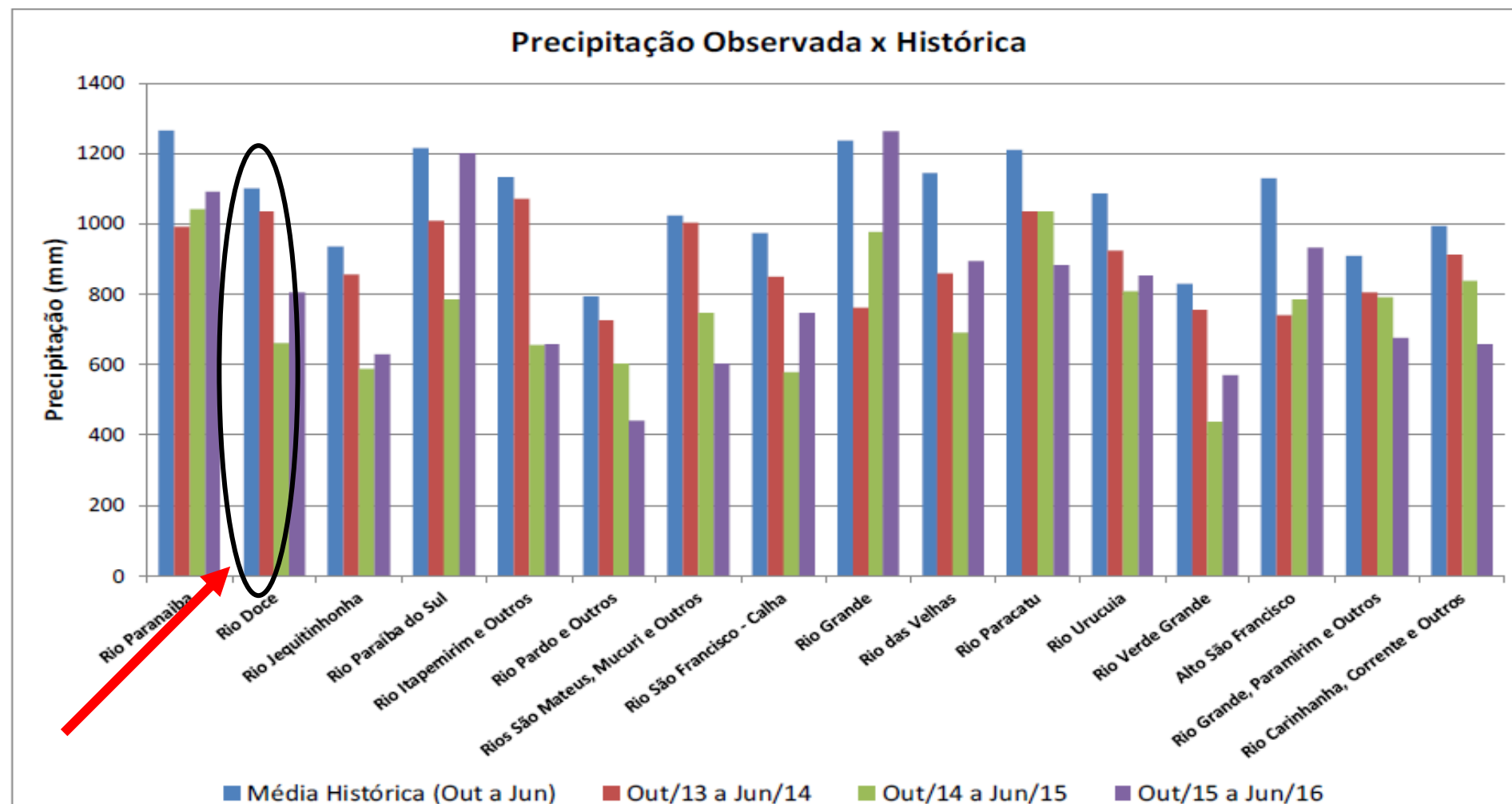


Figura 69 – Precipitações acumuladas de outubro a junho dos anos hidrológicos 2013/2014, 2014/2015 e 2015/2016 e a média histórica de outubro a junho

Fonte: CPRM/Serviço Geológico do Brasil - Acompanhamento da estiagem na região Sudeste do Brasil – Relatório 03/2016

2.5.3.1 Alguns relatos sobre o cenário secas e estiagens na bacia do Rio Doce

A escassez hídrica já mostra reflexos em atividades econômicas e garantia do abastecimento humano é prioridade entre as ações dos comitês de bacia. Com precipitações abaixo do esperado em toda a Bacia Hidrográfica do Rio Doce, membros dos comitês que compõem as porções mineira e capixaba da Bacia voltam a atenção aos efeitos da estiagem e buscam alternativas para garantia dos usos prioritários em regiões críticas. No colegiado, uma câmara técnica, formada por membros dos Comitês e técnicos de entidades voltadas à gestão dos recursos hídricos, foi criada para acompanhar os reflexos de situações como a falta de água, períodos de cheia e cianobactérias: a Câmara Técnica de Gestão de Eventos Hídricos (CTGEC). Paralelamente ao trabalho da CTGEC, representantes dos CBHs desenvolvem ações de conscientização sobre o uso da água e articulam ações mitigadoras, como a criação de Acordos de Cooperação Comunitária (ACCs).

Segundo dados do Serviço Geológico do Brasil da CPRM, desde outubro de 2011 são registradas precipitações abaixo da média histórica em Minas Gerais. Apesar de terem sido observadas chuvas dentro da normalidade no período chuvoso de 2015 a 2016, a situação continua grave em boa parte do Estado. De acordo com a entidade, as análises das precipitações e das vazões, de março de 2014 até o mês de maio de 2016, permitem afirmar que esse é um dos mais rigorosos períodos de seca em parte da área de atuação da CPRM. Avaliando os dados levantados, observou-se que em todas as bacias monitoradas, o total acumulado em outubro 2015 a maio de 2016 é menor do que o total acumulado da média histórica de outubro a maio, sendo um dos anos mais secos da série histórica em diversas localidades de Minas Gerais.

No Espírito Santos ocorreu a pior seca nos últimos 80 anos, dez dos 14 municípios em situação extremamente crítica nove estão localizados na Bacia Hidrográfica do Rio Doce, sendo eles: Marilândia, Alto Rio Novo, São Mateus, Rio Bananal, Sooretama, Ibiraçu, São Roque do Canaã, Santa Teresa e Itarana. Segundo dados do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), o mês de março, tradicionalmente chuvoso, foi marcado por chuvas abaixo do nível esperado para todo o Estado. Na porção Noroeste do Estado, a mais prejudicada pela seca, há o registro de precipitações com volume

seis vezes menor do que o normal para o período. Na bacia do Rio Doce, ainda segundo o Incaper, no primeiro trimestre foi registrado um déficit entre 50 e 100 milímetros por mês.

Preocupados em amenizar os efeitos da estiagem e mediar conflitos, por meio da articulação entre os segmentos, os Comitês da porção capixaba da Bacia Hidrográfica do Rio Doce trabalham para promover uma gestão eficiente dos recursos hídricos. Em períodos de escassez, membros do colegiado apostam nos Acordos de Cooperação Comunitária (ACCs) como instrumento para garantir a disponibilidade de água. Os ACCs têm como objetivo regular os usos dos recursos hídricos, a fim de garantir os usos prioritários e a utilização da água de forma igualitária, através da articulação entre a sociedade e os usuários de água, podendo sofrer ajustes conforme as necessidades da população da porção hidrográfica.

No ano de 2014 uma expedição científica foi realizada no lado capixaba do rio Doce para levantar as principais causas e características da seca. A equipe viajou cerca de 160 km, percorrendo os municípios capixabas de Baixo Guandu, Colatina e Linhares para diagnóstico. De acordo com o professor do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Thiago Saquetto, a exploração econômica das últimas décadas é uma das causas da situação de seca do Rio Doce, no Espírito Santo. A economia do Norte e Noroeste do estado passam pelo maior rio do Espírito Santo.

A seguir é apresentado um trecho do Rio Doce que corta Colatina apresenta seca (Figura 70 e Figura 71).



Figura 70 – Trecho do rio Doce que corta Colatina com baixa vazão no período de seca
Fonte: Reprodução/ TV Gazeta (2014)



Figura 71 - Gado sofre com a falta de chuvas na região Noroeste
Fonte: Reprodução/ TV Gazeta (2014)

Uma série de reportagens sobre a Expedição do Rio Doce foi divulgada, cujo objetivo foi levantar informações para elaborar um diagnóstico a respeito da atual situação do rio e em uma primeira análise, a equipe constatou que serão muitos os desafios para a recuperação do rio.

No pasto amarelado, o grupo encontrou um gado magro. Desde a enchente de dezembro de 2013, não choveu o suficiente no Noroeste do Espírito Santo. "O produtor tem que rezar porque daqui a 30 dias não vai ter água para fazer irrigação mais. E o gado, a gente vai perder cerca de 70%", afirmou o gerente de fazenda.

Um pescador contou que no passado seu pai já previa a seca. "Finado meu pai e minha mãe sempre disseram que daqui a 20, 30 anos eu ia ver o rio morto. E é o que estamos enxergando hoje. O rio não está morrendo, está acabado. Ele não existe. O que eu vi há 50 anos não existe mais. Dava muito peixe e agora não consigo mais pescar. Dava tudo quanto é tipo de peixe", disse.

Das imponentes barragens das hidrelétricas, passando pelo rebanho bovino e por lavouras, como a do cacau, pode-se perceber que a economia do Norte e Noroeste do estado passa pelo Rio Doce.

"A exploração econômica ao longo das últimas décadas, de alguma forma, contribuiu para a situação que a gente encontra no rio hoje. Especialmente, pela demanda da água e pela forma como essas atividades econômicas interagem com o Rio Doce. Além de demandar água, parte dos resíduos, de alguma forma vão sendo direcionados para o rio", explicou o professor do IFES.

A água dos afluentes do Rio Doce, servem para irrigar as plantações. É o caso do rio Santa Maria, que nasce na Serra do Gelo, em Santa Teresa, mas quando chega ao Rio Doce não apresenta tanta água. "Segundo a Agência Nacional de Água, 70% da retirada de água para uso dos cursos d'água superficiais são para irrigação. A irrigação feita dentro de um controle pode até reabastecer o lençol freático. O problema é que de forma desordenada esse retorno não é garantido para um curso d'água", disse o professor Abrahão Elesbon. (g1.globo.com (TV Gazeta).

"O rio está todo aterrado. Não tem onde a lagosta ficar mais porque é tudo pedra agora. Na enchente, tinha dois metros no meio do rio, porque eles aterraram uns 15 metros de profundidade", disse o pescador Delson Henrique Gonçalves, de 70 anos. Esse problema também é compartilhado pelo também pescador Valdir Quedevez Filho, 54, que tira o sustento das águas. "O problema é que os peixes sumiram. Eu preciso descer o rio para pescar, mas é longe, cerca de 5 km. Pra tirar um salário hoje, tem que pescar a noite toda", declarou.

Em Itapina, no município de Colatina, o acesso para a BR-259 é feito pelos moradores, preferencialmente, por meio de balsa. Quando o rio está cheio, a travessia é feita até as 18h, em cerca de 15 min. Há quase um mês, as balsas estão paradas. De acordo com o balseiro Arlindo Mantay Schutz, os equipamentos estão ficando encalhados. "Eu nunca vi isso. Sou criado aqui (em Itapina) há 45 anos e nunca vi isso. Algumas pedras apareceram de uns três anos pra cá. Tem muito banco de areia", disse.

O diretor Operacional do Serviço Colatinense de Meio Ambiente e Saneamento Ambiental (Sanear), Olindo Antonio Demuner, contou que todas as semanas está sendo realizada uma movimentação das flutuantes, bombas que conseguem ser movidas até um nível mais profundo do rio. Além disso, a população está sendo orientada a evitar gastos desnecessários para não diminuir o nível do reservatório, como lavar calçadas e carros. "Se continuar desta maneira,

acreditamos que vamos passar aperto, pode ser que não tenha racionamento, mas vai ficar muito difícil captar água do norte", disse.

Atualmente, o órgão estuda maneiras para evitar que esse tipo de situação aconteça. "Existem meios que estão sendo projetados utilizando novos modelos de bomba", explicou. Em relação à diferença entre os períodos de chuvas fortes e secas extremas, Olindo esclareceu que o projeto que atualmente está sendo pensado sai mais barato. "Armazenamento é viável, pode ser pensado, mas eu acredito que ficaria muito mais caro do que essas bombas anfíbias que vamos utilizar", contou. Segundo ele, a intenção é que no início de 2015 o projeto já esteja orçado e para ser licitado.

Depois, a intenção é fazer um estudo sobre a criação de um reservatório que possa comportar a grande quantidade de águas de chuva. Enquanto isso, a população aguarda o fim do período de estiagem. A previsão, segundo o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), é que esta situação siga até outubro.

2.5.3.2 Alguns relatos sobre o cenário de inundações na bacia do Rio Doce

Segundo Lage *et al.* (2005), o Doce é um rio interestadual, com 875 Km, cuja nascente se localiza na Serra da Mantiqueira no município de Ressaquinha, Minas Gerais, a 1.200 metros de altitude acima do nível do mar. A região apresenta clima tropical de altitude com três subtipos: verões frios, nas altas elevações, brandos, nas altitudes médias, e quentes, nas áreas menos elevadas. Seus principais formadores são os rios: Xopotó, Piranga e Carmo.

O rio recebe o nome de Doce no encontro dos rios Carmo e Piranga, abaixo da cidade de Ponte Nova, Minas Gerais, e sua foz se localiza no município de Regência, Espírito Santo. O rio constitui a bacia hidrográfica do rio Doce, com uma área de drenagem de 83.400 Km², sendo 86% desta área localizada em Minas Gerais e 14 % no Estado do Espírito Santo. Os principais limites geográficos da bacia são: ao norte, as serras Negra e Aimorés; a oeste, a serra do Espinhaço; a sudoeste e ao sul, a serra da Mantiqueira; a sudeste, a serra do Caparaó; a leste o oceano Atlântico.

Segundo Strauch (1955), a ocupação humana do leste de Minas Gerais e no vale do rio Doce orientou-se em dois sentidos diversos e em épocas diferentes. Do planalto, e seguindo em direção ao litoral, corresponde o ciclo minerador. Do litoral, seguindo para o interior, a ocupação das terras agrícolas.

Abrangendo duzentos e trinta municípios na região leste de Minas Gerais e parte do Espírito Santo, a bacia do rio Doce tem sua economia baseada num mosaico de atividades: grandes projetos de mineração; silvicultura de eucaliptos; siderurgia de grande porte; geração de energia hidrelétrica; exploração de pedras preciosas e semipreciosas; pecuária de corte e leiteira; suinocultura; cana de açúcar; cafeicultura; além de atividades agrícolas de subsistência. Portanto, esta bacia não só desempenha um papel importante na economia mineira, mas também na brasileira.

Guerra e Barbosa (1996) afirmam que o modelo de desenvolvimento econômico regional imediatista implantado na Bacia Hidrográfica do Rio Doce, principalmente a partir dos anos 70, levou a um alto grau de degradação ambiental, influenciando negativamente as complexas interações existentes na dinâmica socioambiental. Entre as consequências desta degradação estão as enchentes urbanas que ocorrem em vários municípios, resultantes da interação entre as fortes chuvas de dezembro e janeiro, e o uso e ocupação irregular do solo pela população. A maior parte destes municípios ocupa de maneira desorganizada o espaço que por direito e de fato pertence aos rios, ou seja, suas planícies de inundação.

As populações ribeirinhas das cidades inseridas na Bacia Hidrográfica do Rio Doce, à exemplo de Caratinga (Figura 72 e Figura 73), convivem com a expectativa, durante a estação chuvosa, da ocorrência de inundações, que acarretam enormes prejuízos materiais em todos os setores socioeconômicos.



Figura 72 – Enchente ocorrida pelo transbordamento do rio Caratinga na cidade de Caratinga - MG, em janeiro de 1973.

Fonte: Jornal de Caratinga (janeiro de 1973).



Figura 73 – Enchente ocorrida pelo transbordamento do rio Caratinga na cidade de Caratinga - MG, em janeiro de 1973.

Fonte: Jornal de Caratinga (janeiro de 1973).

As enchentes em Minas Gerais e Espírito Santo em 1979 ocorreram após fortes chuvas atingirem partes dos estados brasileiros supracitados entre janeiro e fevereiro daquele ano. Foi o maior desastre natural já registrado na região, tendo um total de 47 776 desabrigados, 74 vítimas fatais e 4 424 residências atingidas.^[1]

Foram inundados 36 km de trechos da Estrada de Ferro Vitória a Minas (EFVM), com tráfego de trens paralisado durante duas semanas e posterior interrupção da extração do minério de ferro, e rodovias como a BR-101 precisaram ser interditadas. Houve grande repercussão mundial.

As enchentes foram causadas pelo grande acumulado de chuva entre janeiro e fevereiro do ano de 1979 no Espírito Santo e em toda a porção leste do estado de Minas Gerais, durante 35 dias seguidos de chuvas intensas e contínuas. No dia 26 de janeiro, o acumulado foi de 100,8 mm em Bom Jesus do Galho, 128,0 mm em Nova Era, 109,0 mm em Dom Cavati e 114,0 mm em Colatina.

Em 30 de janeiro, foram acumulados 132,1 mm em Aimorés e 164,0 mm no município de Ipanema, onde também choveram 216,4 mm no dia 26 e o acumulado mensal de janeiro foi de 722,2 mm. Em Itaguaçu o acumulado foi de 104,0 mm no dia 19 de janeiro e 127,0 mm em 31 de janeiro. Em 1º de fevereiro, foram 81,6 mm em Ipanema e 131,2 mm no município de Timóteo. Em 2 de fevereiro, choveram 161,2 mm em Belo Oriente, 117,4 mm em Dom Cavati e 108,0 mm em Ferros. Na capital mineira, Belo Horizonte, o acumulado de chuva entre janeiro e fevereiro chegou aos 1 239,8 mm.

As cidades de Linhares, Colatina, Aimorés, Conselheiro Pena e Governador Valadares foram as mais atingidas às margens do rio Doce, além de Rio Piracicaba, Nova Era, Timóteo e Coronel Fabriciano, no rio Piracicaba; Caratinga, no rio Caratinga e córrego São João; Manhuaçu, no rio Manhuaçu; Ferros, no rio Santo Antônio; Mariana, no rio do Carmo; Frei Inocência, no rio Suaçuí Grande; e Itaguaçu, no rio Santa Joana. Ao menos 37 cidades ficaram ilhadas.

Em Ipatinga, no Vale do Aço, os estragos atingiram proporções de tragédia: foram contabilizados cerca de 10 mil desabrigados e 42 mortos, a maioria soterrada por grande queda de encosta ocorrida em uma região do bairro Esperança denominada Grotta do IAPI. Municípios como Tumiritinga, Galileia, Itueta,

Resplendor, Antônio Dias, Baixo Guandu, Ponte Nova e Santana do Manhuaçu também foram afetados.

O volume de chuva de caiu sobre o leste de Minas Gerais e sobre Espírito Santo na primeira semana de fevereiro de 2018 fez com que o nível dos rios da Bacia Hidrográfica do Rio Doce subisse muito. No dia 7 de fevereiro de 2018, o nível do rio Doce atingiu a cota de inundação em Governador Valadares e em Linhares, pela medição do Serviço Geológico do Brasil.

Tanto em Linhares como em Governador Valadares o nível da água subiu e invadiu algumas casas. O Instituto Nacional de Meteorologia registrou 215,0 mm de chuva nos primeiros 7 dias de fevereiro, superando a média normal para este mês que é de aproximadamente 129 mm. Em Linhares choveu 109 mm neste período, valor que passou ligeiramente da média que é de 105 mm. No dia 7 de fevereiro de 2018, segundo o INMET, muitas áreas na Bacia Hidrográfica do Rio Doce acumularam de 150 mm a mais de 200 mm. Em Timóteo, o volume de chuva chegou a quase 292 mm. O monitoramento da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (situação em 07/02/2018) está ilustrado na Figura 74.

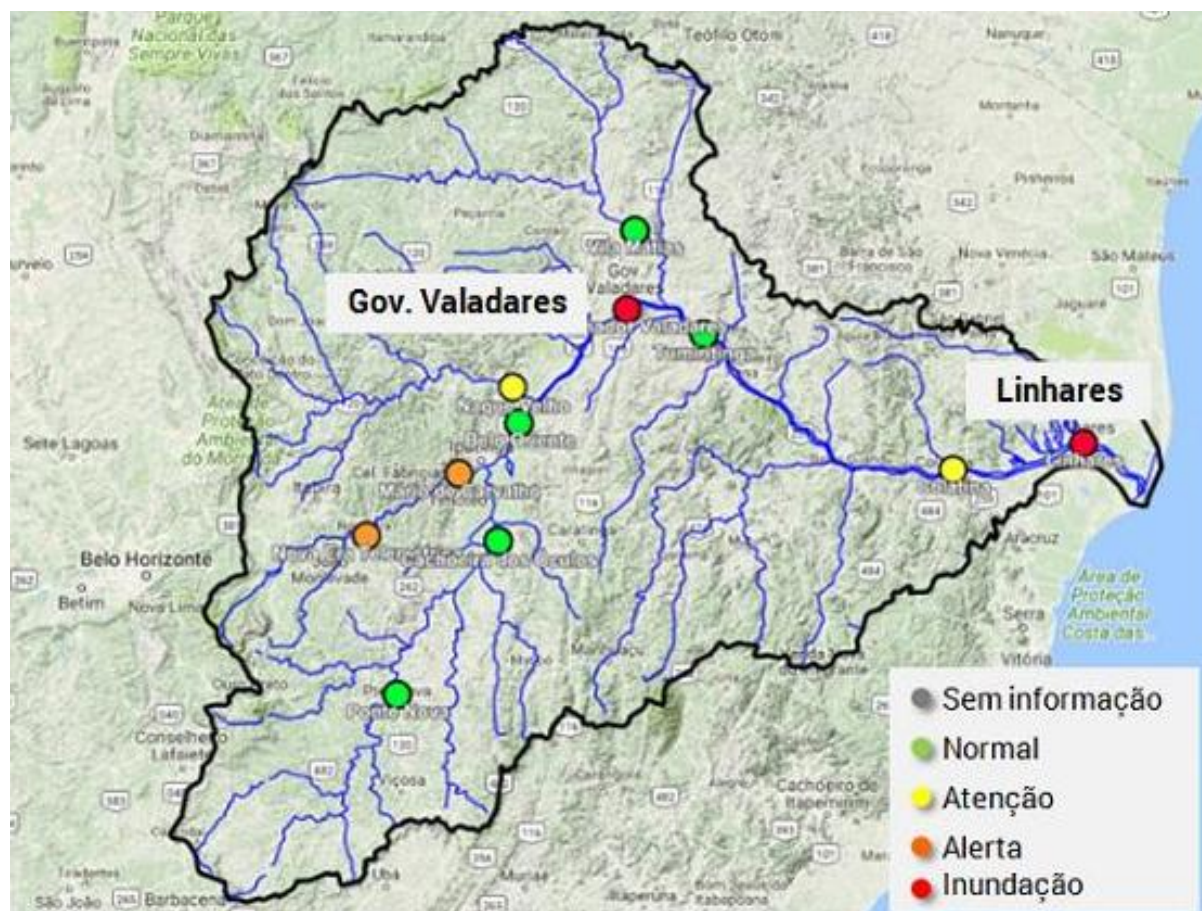


Figura 74 – Monitoramento da Bacia Hidrográfica do Rio Doce
Fonte: Sistema Geológico do Brasil (Climatempo) (situação em 07/02/2018)

Os níveis do Rio Doce nas cidades de Governador Valadares, Colatina e Linhares no ano de 2018 estão ilustrados na Figura 75.

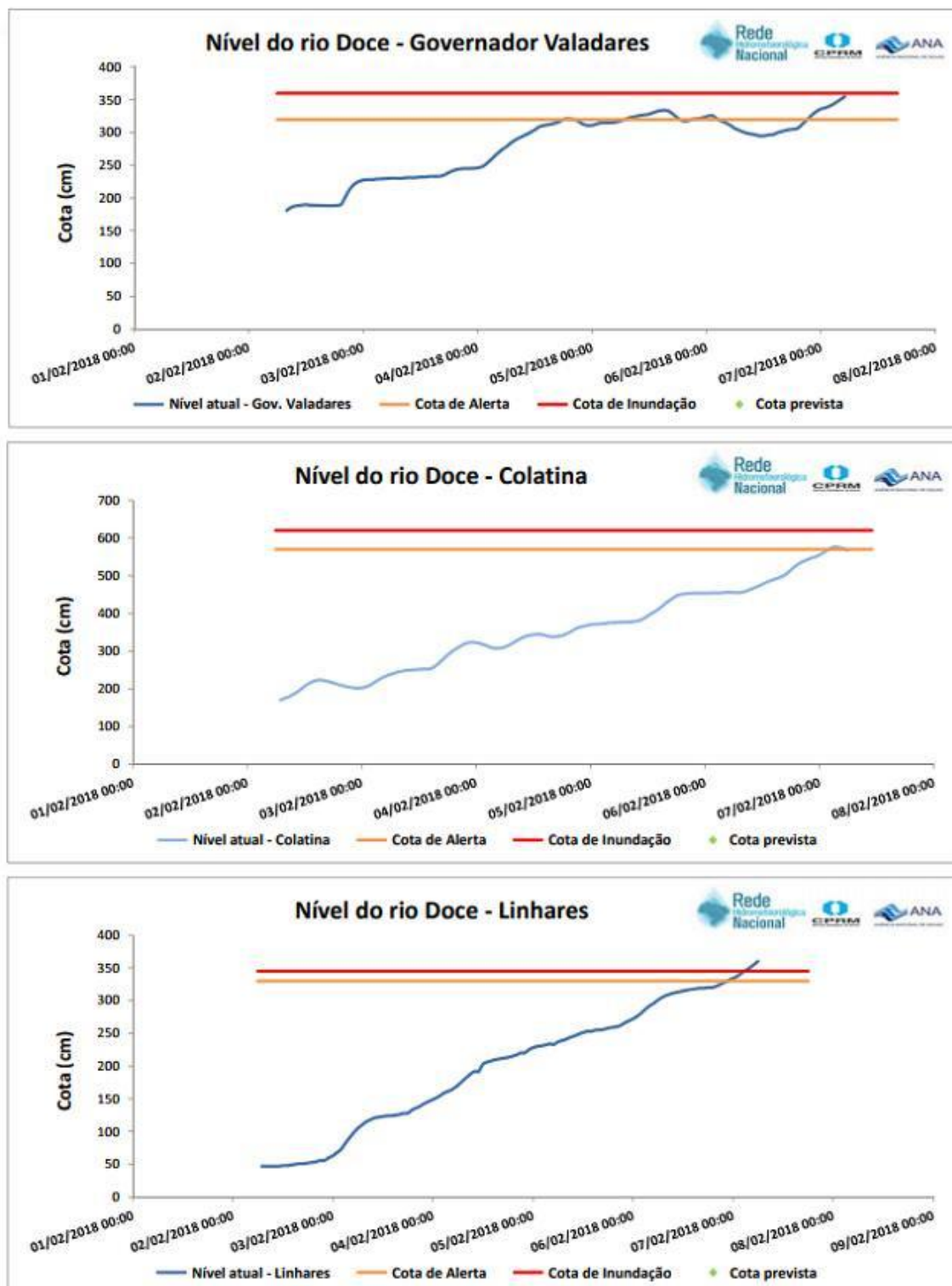


Figura 75 - Níveis do Rio Doce nas cidades de Governador Valadares, Colatina e Linhares no ano de 2018

Fonte: Serviço Geológico do Brasil (Climatema)

O nível do rio Doce transbordou em um dos pontos monitorados pelo Serviço Geológico do Brasil da CPRM no primeiro dia de 2019. No município de Linhares, no Espírito Santo, o nível do rio (Figura 76) atingiu a cota de inundação de 3,45 metros, às 18h. No entanto, a cheia que atingiu muitos moradores deu uma trégua. O boletim divulgado no dia 02/01/2019, indicava nível do rio estável com tendência a cair lentamente nas próximas horas.

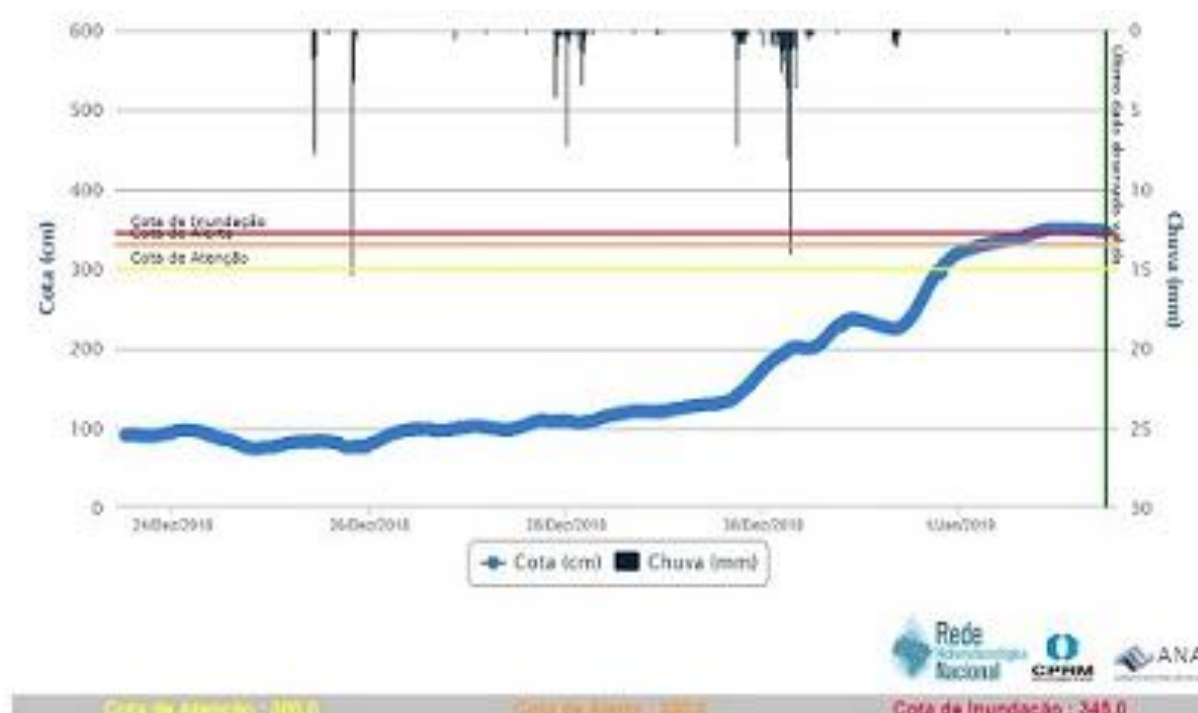


Figura 76 - Elevação do nível do rio Doce em Linhares / Período 23/12/2018 a 02/01/2019
Fonte: CPRM (2019)

A possibilidade de enchente também preocupou os moradores de Ponte Nova, em Minas Gerais na virada do ano. Lá o rio Piranga atingiu o nível considerado de alerta para cheia, no dia 1º, às 7h45, quando teve início a divulgação de boletins pela CPRM para as autoridades da Defesa Civil. Os dados registram a subida do rio até 2,99 metros às 14h e, em seguida, o início da vazante e retorno do nível do rio a patamares normais.

Conforme o coordenador dos Sistemas de Alerta Hidrológico da CPRM, o engenheiro hidrólogo Artur Matos, responsável pelo Sistema de Alerta Hidrológico da Bacia do Rio Doce (SAH Doce), as chuvas registradas em cinco dias, entre 27 e 31 de dezembro de 2018, causaram a elevação dos rios na Bacia Hidrográfica do

Rio Doce. Em Linhares, o acumulado de chuvas chegou a 100,4 milímetros. Em Ponte Nova, 177,2 milímetros de chuvas acumuladas e em Governador Valadares, 196,4. “Vamos continuar monitorando porque há previsões de mais chuvas no mês de janeiro”, informou Artur.

A Câmara Técnica de Gestão de Eventos Críticos (CTGEC), anteriormente denominada Câmara Técnica de Gestão de Cheias da Bacia Hidrográfica do Rio Doce, foi instituída por meio da Deliberação Nº 014, de 25 de agosto de 2005. A proposta de alteração do nome foi apresentada durante uma reunião da Câmara Técnica em agosto de 2012.

O objetivo foi incluir outros eventos recorrentes na bacia além do período de cheias, como casos de floração de cianobactérias e estiagem. Deve ser composta por, no mínimo, sete membros e, no máximo, quinze, tendo a participação permanente de representantes da CPRM – Serviço Geológico do Brasil, Agência Nacional de Águas (ANA), Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH) e IGAM e priorizando a escolha de técnicos para compor a câmara.

Entre outras competências da Câmara Técnica de Gestão de Eventos Críticos - CTGEC:

- I – Propor diretrizes, planos e programas para monitorar e prevenir os efeitos dos eventos críticos na área da Bacia do Rio Doce, de modo articulado com os demais comitês da bacia hidrográfica e os órgãos da Defesa Civil;
- II – Propor e analisar mecanismos de articulação e cooperação entre o poder público, os setores usuários e a sociedade civil, no âmbito de toda a bacia hidrográfica, voltados para a minimização dos efeitos da ocorrência de eventos críticos na Bacia do Rio Doce;
- III – Acompanhar estudos, projetos e ações relacionadas com a ampliação, modernização e integração do Sistema de Alerta de Eventos Críticos – SACE/CPRM e demais sistemas de alerta em operação na Bacia do Rio Doce;
- IV – Propor e analisar diretrizes de disseminação da informação sobre a ocorrência de eventos críticos na bacia hidrográfica do rio Doce, em articulação com as ações desenvolvidas no âmbito da Câmara Técnica de Capacitação, Informação e Mobilização Social – CTCI do CBH-Doce;

- V – Propor e acompanhar ações a serem implementadas no Plano Integrado de Recursos Hídricos – PIRH, destacadamente quanto a investimentos necessários ao desenvolvimento e implantação das diversas atividades de gestão, controle e proteção dos recursos hídricos que resultem na mitigação dos problemas decorrentes de eventos críticos na Bacia do Rio Doce;
- VI – Elaborar anualmente seu Plano de Trabalho e cronograma de atividades, para aprovação no CBH-Doce;

2.6 Ações realizadas pelo CBH/IBiO e Desafios e Perspectivas

2.6.1 Programa Rio Vivo

Principal ação ambiental realizada por CBHs do Rio Doce, o Rio Vivo engloba diversas iniciativas que visam aumentar a disponibilidade hídrica, promover o saneamento rural e reduzir a geração de sedimentos em estradas rurais. O programa já está em andamento nas áreas de atuação dos CBHs Piranga, Piracicaba, Santo Antônio e Suaçuí, mas a meta é estendê-lo a toda a Bacia do Rio Doce, com previsão de investimentos de cerca de R\$ 100 milhões, até 2020.



Figura 77 – Área de atuação. Inicialmente as bacias dos rios Piranga, Piracicaba, Sto. Antônio e Suaçuí

(Fonte: IBiO 2018)

A iniciativa reúne três ações realizadas pelos CBHs: Programa de Controle das Atividades Geradoras de Sedimentos (P12), Programa de Saneamento Básico (P42) e Programa de Recomposição de APPs e Nascentes (P52).



Figura 78 - Programas do PIRH Doce - Rio Vivo

(Fonte: IBIO 2018)

A primeira etapa contempla o diagnóstico das propriedades rurais e os projetos das intervenções ambientais, que estão sendo realizados através de ato convocatório promovido pelo IBIO. Para isso foram contratadas duas empresas especializadas na elaboração de diagnósticos e projetos em imóveis rurais de municípios priorizados, conforme critérios de vulnerabilidade ambiental.

O Programa Rio Vivo contempla 54 municípios (Figura 79), sendo 13 no CBH-Piranga, 20 na CBH-Piracicaba, 13 no CBH-Santo Antônio e 9 no CBH-Suaçuí.

A concretização do Rio Vivo trará resultados na revitalização dos corpos d'água com as ações de remediação de áreas degradadas geradoras de sedimentos para controle do carreamento de sedimentos para corpos d'água, com foco em barraginhas, permitindo o aumento da infiltração das águas de chuva no solo; recuperação de nascentes; tratamento de esgotos domésticos e cercamento e recomposição de APPs e nascentes. Na medida em que os Programas supracitados sejam executados, haverá, concretamente aumento da quantidade de água e melhoria da qualidade da água nas bacias do Piranga, Piracicaba, Santo Antônio e Suaçuí.

UGRH 1 – Piranga	UGRH 2 – Piracicaba	UGRH 3 – Santo Antônio	UGRH 4 - Suaçuí
▪ Ressaquinha ▪ Desterro do Melo ▪ Mariana ▪ Barra Longa ▪ Ponte Nova ▪ Oratórios ▪ Viçosa ▪ Amparo do Serra ▪ Guaraciaba ▪ Piranga ▪ Presidente Bernardes ▪ Paula Cândido ▪ Cajuri	▪ Mariana ▪ Catas Altas ▪ Santa Bárbara ▪ Barão de Cocais ▪ São Gonçalo do Rio Abaixo ▪ Rio Piracicaba ▪ João Monlevade ▪ São Domingos do Prata ▪ Bela Vista de Minas ▪ Nova Era ▪ Itabira ▪ Alvinópolis ▪ Antônio Dias ▪ Jaguarapu ▪ Marliéria ▪ Timóteo ▪ Coronel Fabriciano ▪ Ipatinga ▪ Santana do Paraíso ▪ Bom Jesus do Amparo	▪ Serro ▪ Alvorada de Minas ▪ Conceição do Mato Dentro ▪ Itambé do Mato Dentro ▪ Passabém ▪ Senhora do Porto ▪ Dom Joaquim ▪ Carmésia ▪ Dolores de Guanhanes ▪ Ferros ▪ Santo Antônio do Rio Abaixo ▪ Morro do Pilar ▪ São Sebastião do Rio Preto	▪ Água Boa ▪ Rio Vermelho ▪ São José do Jacuri ▪ Peçanha ▪ Malacacheta ▪ Franciscópolis ▪ Coluna ▪ Serra Azul de Minas ▪ São Sebastião do Maranhão

Figura 79 – Área de atuação – Municípios contemplados.

(Fonte: IBiO 2018)

A recuperação de nascentes e promoção do incremento hídrico, através da implementação de ações de revegetação das áreas de recarga, levou em consideração aspectos como a viabilidade econômica, a estabilidade familiar do agricultor, além da questão cultural e social.

2.6.1.1 Programa de Controle das Atividades Geradoras de Sedimentos (P12)

O assoreamento de cursos d'água, agravado pelo carreamento de sedimentos pela chuva, é também um dos focos de ação do Rio Vivo. A bacia hidrográfica do Rio Doce é muito degradada e todo o processo erosivo, que é histórico e vem de décadas, é muito intenso.

Nesse contexto os diferentes aspectos edafoclimáticos dos municípios contemplados pelo Programa Rio Vivo foram levantados, permitindo no processo decisório pensar na aplicabilidade de soluções com viabilidade técnica, ambiental e financeira, já que os recursos dos CBHs são limitados e precisam ser potencializados com investimentos externos.

2.6.1.2 Programa de Saneamento Básico (P42)

Tendo como principal problema ambiental da bacia o lançamento de esgoto sem tratamento nos cursos d'água, o Rio Vivo, prioriza, entre outros eixos de trabalho, a instalação de sistemas de tratamento de esgoto e, no caso das regiões contempladas pelos CBHs para melhoria do saneamento básico na área rural. O P42 leva em consideração a experiência do Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR), elaborada pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), a pedido da Fundação Nacional da Saúde (FUNASA).

2.6.1.3 Programa de Recomposição de APPs e Nascentes (P52)

Com foco na melhoria da qualidade e da quantidade de água na bacia, o P52 tem como objetivo promover um levantamento de áreas críticas e prioritárias para recomposição ou adensamento de matas ciliares e de topos de morro, assim como caracterizar e recuperar nascentes e áreas degradadas. O Programa está previsto no Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (PIRH-Doce) e foi priorizado no Plano de Aplicação Plurianual (PAP-Doce) para o exercício de 2016 a 2020.

Além do Programa Rio Vivo, cientes da importância da recuperação e conservação de olhos d'água para o aumento da disponibilidade hídrica e, conseqüentemente, diminuição dos impactos da estiagem nos cursos d'água, os CBHs dos rios Santo Antônio, Caratinga, Guandu, Santa Maria do Doce e Pontões e Lagoas do Rio Doce estão investindo no cercamento de nascentes e recomposição de áreas de recarga na porção mineira e, em território capixaba, na adequação ambiental das propriedades rurais contempladas.

A fim de amenizar os impactos da degradação ambiental, o CBH-Santo Antônio priorizou a alocação de recursos para a elaboração de projetos e execução de ações de cercamento de 259 nascentes, abrangendo cerca de 367 hectares, nos municípios de Dom Joaquim, Dolores de Guanhanes, Ferros, Itambé do Mato Dentro, Morro do Pilar, Santo Antônio do Rio Abaixo e Senhora do Porto. Para a elaboração dos projetos, o CBH já investiu cerca de R\$ 450 mil.

O CBH-Caratinga, em parceria com o Instituto Estadual de Florestas (IEF), trabalhou na recuperação de 24 nascentes na comunidade do Córrego do Peão de

Cima e Peão de Baixo, em Santa Bárbara do Leste, onde está localizada a nascente do Rio Caratinga. Cerca de R\$ 250 mil foram investidos na proteção de nascentes de 14 propriedades, que somam um total de 14,5 hectares. Mudas nativas e frutíferas doadas pelo IEF foram usadas para recompor áreas de recarga hídrica, com foco no aumento da disponibilidade de água.

No Espírito Santo, os CBHs Guandu, Santa Maria do Doce e Pontões e Lagoas do Rio Doce investiram na contratação de empresa especializada na elaboração do Cadastro Ambiental Rural (CAR) e de projetos de plantio de espécies florestais para fins de conservação e/ou adoção de práticas rurais sustentáveis para 600 propriedades, em um total de 1500 hectares recuperados e 10 municípios contemplados, que demandaram um investimento aproximado de R\$ 1 milhão. As ações foram fruto de uma parceria entre a *The Nature Conservancy* (TNC) e o Governo do Estado, por meio do Programa Reflorestar, que ficará responsável pela compra de insumos e Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) aos participantes. A iniciativa foi articulada e apoiada pelo IBIO e demandou um investimento total de mais de R\$ 10 milhões.

2.6.2 Programa de Universalização do Saneamento

Por entender a importância da universalização do acesso aos serviços de saneamento, um programa foi inserido no PIRH-Doce e colocado como prioridade no Plano de Aplicação Plurianual (PAP-Doce): o Programa de Universalização do Saneamento (P41), que contempla a elaboração de Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) nos municípios que não o possuem e nem dispõem de recursos para implantá-lo.

No total 165 municípios que atenderam ao Edital de Chamamento Público elaboraram seus planos com recursos oriundos da cobrança pelo uso da água, sendo 156 municípios no ano de 2016 e 9 no ano de 2017.

Ao todo, mais de R\$ 21 milhões já foram aplicados no P41. A hierarquização seguiu critérios de pontuação previamente estabelecidos. Entre eles, baixo Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), elevada taxa de doenças de veiculação hídrica, baixa cobertura de abastecimento de água, baixo índice de coleta

urbana de esgoto e resíduos sólidos, incidência de enchentes ou alagamentos na área urbana.

2.6.3 Sistema de Abastecimento de Água (SAA) de Viçosa-MG

O CBH-Piranga em parceria com o Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) de Viçosa financiou o projeto para ampliação do SAA já existente e implantação de um novo sistema para o abastecimento municipal. Ao todo, o CBH desembolsou, através de recursos previstos no P41 quase R\$ 1 milhão.

O SAA de Viçosa foi contemplado com investimento de R\$ 400 mil para a ampliação do SAA já existente e R\$ 514 mil para a implantação de novo SAA.

2.6.4 Uso Racional de Água na Agricultura

A fim de combater o desperdício na agricultura, importante atividade econômica da Bacia do Rio Doce, o Programa de Incentivo ao Uso Racional da Água na Agricultura (P22) financia, através de recursos oriundos da cobrança pelo uso da água, a instalação de um equipamento que indica de forma simples quando e quanto irrigar: o irrigâmetro.

Os beneficiados pela iniciativa são indicados pelo CBH ao qual pertencem, a partir de critérios de seleção como o tipo de cultura, a localização geográfica e a zona de conflitos.

As propriedades selecionadas foram visitadas por técnicos, que analisaram o tipo de solo, o sistema de irrigação, o produto cultivado e a temperatura do local. A partir das informações coletadas, o irrigâmetro foi customizado.

Os CBHs dos rios Suaçuí, Caratinga, Manhuaçu, Guandu, Santa Maria do Doce e Pontões e Lagoas do Rio Doce investiram R\$ 2,2 milhões na instalação gratuita do irrigâmetro, em propriedades selecionadas. Como resultado do programa, foram registrados casos em que a economia de água chegou a 70%. Além disso, a qualidade dos produtos cultivados melhorou. Ao todo, 240 proprietários rurais foram contemplados pelo programa em 61 municípios diferentes.

2.6.5 Convivência com as Cheias

Os CBHs do Rio Doce priorizaram, no PIRH Doce, o P31, que prevê a realização de atividades de monitoramento, através de dados hidrométricos das estações fluviométricas e pluviométricas, registros da defesa civil e acompanhamento da ocupação de áreas de risco por imagens de satélite.

O P31 tem foco no alerta contra inundações e redução de perdas humanas e econômicas devido às cheias. Ele prevê, a partir de ações estruturais e não estruturais, o acompanhamento e a previsão de eventos extremos, manutenção e ampliação do atual sistema de alerta para a população, estudos de viabilidade de intervenções estruturais e não estruturais que auxiliem na prevenção e redução dos efeitos das cheias, e ações de apoio à Defesa Civil na mitigação e enfrentamento das cheias. Para o P31, o CBH Doce investiu mais de R\$ 500 mil, com recursos oriundos da cobrança pelo uso da água.

O trabalho de monitoramento, que prevê o uso de imagens de satélite para acompanhamento da ocupação de áreas de risco, os CBHs que compõem a Bacia do Rio Doce, realizaram a aquisição de imagens digitais de satélite com alta resolução espacial e respectivos modelos digitais do terreno e curvas de nível de áreas urbanas de 26 municípios da Bacia do Rio Doce.

Os produtos adquiridos são importantes para o P31, eles podem oferecer outros usos para os municípios, como possibilitar o monitoramento das expansões urbanas, identificar ocupações em áreas susceptíveis a inundações, mapear ruas, dentre outras finalidades, permitindo auxiliar no planejamento urbano para a provisão de infraestrutura e regulação do uso do espaço.

O P31 apresenta ações em dois eixos: o primeiro eixo engloba ações destinadas ao aprimoramento do atual sistema de alerta, incluindo todas as iniciativas que possam auxiliar na previsão e antecipação dos eventos críticos, tais como implantação de novos pontos de monitoramento, radares e delimitação das cotas de enchentes. O segundo eixo é voltado para medidas que visam o aumento da infiltração em áreas urbanas; desassoreamento de cursos d'água; desocupação e proibição de ocupação de áreas inundáveis; recomposição da cobertura vegetal e controle da erosão; e a educação ambiental. Também serão analisadas as opções e

a viabilidade das intervenções estruturais do controle de cheias, tais como barragens e diques de proteção.

2.6.6 Implementação de Ações previstas no Plano de Trabalho Específico do Segundo Termo Aditivo ao Contrato de Gestão 072/ANA/2011

De acordo com o 2º Termo Aditivo ao Contrato de Gestão nº 72/ANA/2011, em virtude da gravidade e da abrangência do evento ocorrido na bacia do rio Doce, a partir do rompimento da barragem de rejeitos Fundão em Mariana-MG, foram repassados pela ANA recursos financeiros adicionais, no valor de R\$ 10.975.600,00 com o objeto de implementação de ações destinadas ao enfrentamento da crise hídrica decorrente do desastre e seus desdobramentos, a saber:

- a) Estudos para concepção de um sistema de previsão de eventos críticos na bacia do rio Doce e de um sistema de intervenções estruturais e não estruturais para mitigação de efeitos de cheias e enfrentamento de desastres.
- b) Estudos de atualização do ATLAS Brasil – Abastecimento Urbano de Água da Bacia do rio Doce, com foco na identificação de projetos existentes e detalhamento de soluções alternativas que visem conferir maior segurança hídrica aos sistemas de produção de água dos núcleos urbanos.
- c) Elaboração de estudos de modelagem hidrológica, hidráulica, hidrossedimentológica e de ruptura de barragem na bacia do rio Doce, considerando os impactos decorrentes do rompimento da barragem de rejeitos da Samarco, em Mariana/MG, visando a caracterizar as condições geomorfológicas atuais pós-desastre, as perspectivas futuras de recuperação e a avaliação do impacto provocado para os diferentes usos da água e em relação ao risco de inundações na região.
- d) Ampliação de programas já previstos no PIRH Doce e nos Planos de Ações de Recursos Hídricos – PARHs, que contribuam para o enfrentamento dos impactos decorrentes do desastre.

Conforme Nota Técnica no 03/2016/SOE/ANA, os temas “a” e “c” guardam grande correlação, pois ambos os estudos são fundamentados nos mesmos levantamentos físicos, modelagem matemática da bacia e premissas de projeto.

Dessa forma, o conceito exposto na referida Nota Técnica será materializado em 3 minutas de Termos de Referência para a contratação de serviços que concorrerão para a execução dos planos de trabalho específicos do 2º Termo Aditivo ao Contrato de Gestão nº72/ANA/2011, a saber:

- TdR Serviços de Topobatimetria;
- TdR Modelagem Hidrodinâmica;

- TdR Modelagem Hidrossedimentológica e de Qualidade da Água

Nesse contexto, as primeiras versões das minutas dos Termos de Referência serão elaboradas pela ANA e enviadas à equipe técnica do IBIO AGB Doce, a quem cabe a sua complementação, adequação e licitação, bem como a gestão dos contratos firmados.

Conforme item 94 da Nota Técnica, a ordem de execução estabelecida prevê a contratação inicial dos serviços de topobatimetria e em seguida, dos serviços de modelagem matemática e de sedimentos e qualidade da água, não sendo necessário que um contrato seja finalizado antes do próximo.

A seguir é apresentada informações sobre as atividades referentes aos itens “b” (Atualização do Atlas Brasil) e dos Serviços de Topobatimetria, que concorrerão para a realização dos estudos previstos nos itens “a” e “c” destinadas ao enfrentamento da crise hídrica decorrente do rompimento da barragem de rejeitos de mineração, em Mariana-MG, conforme Segundo Termo Aditivo ao Contrato de Gestão 072/ANA/2011

2.6.6.1 Atualização Atlas Brasil – Abastecimento Urbano de Água

O ATLAS BRASIL - Abastecimento Urbano de Água, lançado pela ANA em 2011, é uma consolidação de estudos desenvolvidos desde 2005, com o objetivo de analisar e aperfeiçoar a oferta de água para sistemas de abastecimento público das 5.565 sedes municipais brasileiras para o horizonte de 2015. Os sistemas cujos mananciais apresentaram disponibilidade hídrica insuficiente ou cujas unidades de produção de água (captação, adução, estações elevatórias e de tratamento de água) tinham necessidade de ampliação ou adequação foram considerados vulneráveis e para eles foram propostas alternativas técnicas para solução do problema. Os demais foram considerados satisfatórios. Para os sistemas com vulnerabilidade, os projetos existentes para solucionar o problema foram incorporados ao portfólio de soluções. Na ausência de projetos, alternativas em nível de concepção foram desenvolvidas, a fim de atender a demanda de água prevista para o ano de 2025. O resultado desse trabalho indicou a necessidade de investimentos, estimados a preços de julho de 2010, de R\$ 22,2 milhões para melhorar a oferta de água a 139 milhões de habitantes até 2025.

No projeto foi desenvolvido um sistema georreferenciado com a inclusão de dados relativos aos sistemas de abastecimento de água e às sedes municipais, o que agilizou a análise e a proposta de soluções. Foram também elaborados croquis representativos dos sistemas com informações das capacidades das unidades produtoras de água para cada sistema de abastecimento de água. Os resultados desse estudo estão disponíveis na Internet (www.ana.gov.br/atlas), o que permite a consulta por qualquer cidadão e, principalmente, por técnicos e dirigentes que trabalham no setor.

Assim, o ATLAS BRASIL - Abastecimento Urbano disponibiliza informações sistematizadas e obtidas através de metodologia e referencial padronizados sobre a oferta e a demanda de água para abastecimento público de água das 5.565 sedes municipais do Brasil. Essa ferramenta vem sendo usada na tomada de decisões contextualizadas, no planejamento integrado (evitando a dispersão de esforços e a desarticulação entre as ações públicas voltadas para o abastecimento público), na proposição de políticas públicas em situações de normalidade ou de emergência (como o caso de eventos da seca no Nordeste e o caso do desastre com a barragem de rejeitos em Mariana, atingindo o abastecimento de vários municípios pelo rio Doce) e no estabelecimento das bases para o levantamento de recursos no sentido da necessidade de investir em produção de água. É por essa razão que mantê-lo atualizado é fundamental para a continuidade e ampliação de sua utilidade.

O acidente com a barragem de rejeitos em Mariana mostrou a premência da atualização de dados sobre os sistemas públicos de abastecimento de água, não somente no contexto do ATLAS, mas com uma visão mais ampliada envolvendo a segurança hídrica desses sistemas. Muito mais ainda para aqueles sistemas que abastecem uma população de maior porte, cuja logística para abastecer emergencialmente requer soluções complexas e de difícil concretização num curto espaço de tempo.

Assim, um dos requisitos primordiais de uma ferramenta de planejamento como o ATLAS Brasil é o conteúdo atualizado de suas informações. O acidente em Mariana, que teve reflexos e impactos nos sistemas de abastecimento em algumas sedes municipais da bacia do Doce, ratificou essa necessidade. A oportunidade que se abre de atualização do banco de dados do ATLAS Brasil 2010 para todas as

sedes municipais dentro da bacia hidrográfica do rio Doce permite incrementá-lo com dados sobre segurança hídrica (qualitativa e quantitativa), o que poderá alavancar ações para tornar os sistemas de produção de água para abastecimento mais resilientes.

Após procedimento licitatório ocorrido em 2016, em 03/01/2017 o IBIO firmou o Contrato nº 01/2017 com a ENGECORPS, e a Ordem de Serviço foi protocolada em 03/01/2017.

Este trabalho gerou os seguintes produtos: Atualização dos Dados, Informações e Croquis do ATLAS Brasil (Abastecimento Urbano de Água da Bacia Hidrográfica do Rio Doce; Estudo de demandas e oferta de água; diagnóstico da oferta hídrica, da infraestrutura e da gestão operacional do sistema; Proposta de intervenções e custos; Proposta de melhoria do monitoramento dos mananciais atuais e futuros; Relatório final.

O estudo privilegiou uma visão abrangente e integrada, de modo que o Atlas da Bacia Hidrográfica do Rio Doce, parte integrante do Atlas Brasil, constitui um valioso instrumento de planejamento e gestão para a programação de projetos e obras dirigidos ao atendimento das demandas de água da população urbana, subsidiando a tomada de decisões e assegurando racionalidade aos investimentos públicos.

O diagnóstico da disponibilidade hídrica dos mananciais e da capacidade operacional dos sistemas de produção de água, associado à projeção das demandas de água da população até o ano de 2025, apontou as melhores opções técnicas para que tais demandas sejam atendidas, com garantia da oferta de água em quantidade suficiente e qualidade adequada, beneficiando a população. Os produtos podem ser acessados no site: <http://www.ibioagbdoce.org.br/atualizacao-atlas-brasil/>.

2.6.6.2 Serviços de Topobatimetria

Visando atender ao disposto no Programa de Convivência com as Cheias na Bacia do Rio Doce, conforme descrito no item 2.6.5, foi iniciada, em 2012, uma articulação entre a ANA e o Instituto Bioatlântica - IBIO, entidade delegatária das funções de agência de bacia do Doce, voltada para a prevenção de inundações

naturais. Foram previstos a modelagem matemática para a simulação de cheias, o mapeamento das áreas inundáveis e o desenvolvimento de um sistema de previsão de enchentes, a serem financiados pelos recursos da cobrança pelo uso da água na bacia.

É parte inicial de um estudo de prevenção de inundações o conhecimento relativo ao uso e ocupação do solo e a topografia da bacia, sem os quais não seria possível calibrar os modelos de transformação chuva-vazão e de propagação hidrodinâmica das ondas de cheia com precisão razoável. Vencida esta etapa, iniciam-se os trabalhos relativos à simulação hidrológica (transformação chuva-vazão) e hidráulica (propagação hidrodinâmica das ondas de cheia).

Com o apoio da ANA, o IBIO AGB Doce já realizou a contratação do serviço de geoprocessamento, no qual foram elaborados os seguintes produtos, entre 2012 e 2015:

- ✓ Classificação do uso e ocupação do solo, com 10,0 m de precisão planimétrica, e modelo digital de superfície (MDS), com precisão altimétrica de 5,0 m, para toda a bacia do rio Doce;
- ✓ Aquisição de imagem de satélite de alta resolução em 22 áreas (inclui área urbana de 27 cidades), e MDS com precisão altimétrica de 1,0 m e planimétrica de 0,5 m;
- ✓ Classificação do uso e ocupação do solo com resolução planimétrica de 1,0 m na zona urbana em 14 cidades com mais de 50 mil habitantes. A próxima etapa é a contratação do serviço de topobatimetria, objeto deste Termo de Referência. Após a conclusão da topobatimetria, serão levados a cabo as contratações referentes à modelagem quali-quantitativa.

Os serviços de topobatimetria, necessários aos estudos de inundações naturais e por ruptura de barragens e de transporte de sedimentos, foram agregados em um único Termo.

O Termo de Referência para contratação dos serviços de Topobatimetria contemplou as seguintes atividades principais:

- ✓ Levantamento de seções transversais, nos trechos de rios selecionados para a modelagem das cheias naturais e o caminhamento a jusante das barragens que serão escolhidas para rompimento;
- ✓ Medição de perfis de linha d'água nas seções transversais levantadas;
- ✓ Identificação de marcas de cheia notáveis;

- ✓ Georreferenciamento de estações fluviométricas nos cursos d'água investigados.

Os serviços foram contratados em 2017, sendo que até dezembro de 2018 já foram entregues 364 seções topobatimétricas, das 375 previstas em contrato. Ao todo, 33 seções, dentre entregues e não aprovadas ou ainda não entregues, estão pendentes para conclusão dos trabalhos. A previsão é que os serviços sejam concluídos até março de 2019.

REFERÊNCIAS

ANA. Agência Nacional das Águas. **Portal da ANA – Regulação / principais-serviços / outorgas-emitidas**. Brasília, 2018a. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/regulacao/principais-servicos/outorgas-emitidas/outorgas-emitidas>> Atualizada pela última vez no dia 28/12/2018. Acesso em: 10 jan. 2019.

_____. Agência Nacional das Águas. **Uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Doce**. Brasília, 2018b. Disponível em: <<http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/metadata.show?uuid=49a3aa22-fff4-4527-a17b-64b6ad31d8cb>> Acesso em: 09 jan. 2019.

_____. Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017: relatório pleno / Agência Nacional de Águas**. -- Brasília: ANA, 2017. 169p.

_____. Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil - Informe 2015**. Encarte especial sobre a bacia do Rio Doce. O rompimento da barragem de Mariana. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. Brasília, 2015. 50p.

_____. Agência Nacional de Águas. **Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos: Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos**. V.7, Brasília, 2014.

_____. Agência Nacional de Águas. **Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos: Plano de Recursos Hídricos e Enquadramento dos Corpos de Água**. V.5, Brasília, 2013.

_____. Agência Nacional de Águas. **Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos: Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos**. V.6, Brasília, 2011.

_____. Agência Nacional de Águas. **Jornada internacional sobre gestão de riscos de inundações e deslizamentos**. São Carlos/ SP – 14 a 19/05/2007. Brasília, 2007.

_____. Agência Nacional das Águas. **Diretoria Colegiada nº 134, de 04 de agosto de 2004**. Cria a Sala de Situação da ANA. Brasília, 2004.

BRASIL. Agência Nacional das Águas. Portal Brasileiro de Dados abertos. **Vazão outorgada para abastecimento público**. Brasília, 2018. Disponível em: <<http://dados.gov.br/dataset/vazao-outorgada-para-abastecimento-publico-m-s>> Acesso em: 10 jan. 2019.

_____. Agência Nacional das Águas. Portal Brasileiro de Dados abertos. **Vazão outorgada para indústria**. Brasília, 2018. Disponível em: <<http://dados.gov.br/dataset/vazao-outorgada-para-industria-m-s1>> Acesso em: 10 jan. 2019.

_____. Agência Nacional das Águas. Portal Brasileiro de Dados abertos. **Vazão outorgada para irrigação**. Brasília, 2018. Disponível em: <<http://dados.gov.br/dataset/vazao-outorgada-para-irrigacao-m-s1>> Acesso em: 10 jan. 2019.

_____. Agência Nacional das Águas (ANA). Portal Brasileiro de Dados abertos. **Vazão outorgada para outros usos**. Brasília, 2018. Disponível em: <<http://dados.gov.br/dataset/vazao-outorgada-para-outros-usos-m-s1>> Acesso em: 10 jan. 2019.

CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME. Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce e Planos de Ações para as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos no Âmbito da Bacia do Rio Doce. Volume I – Relatório Final. Governador Valadares. Junho, 2010. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/346170062/PIRH-Doce-Volume-I>> Acesso em: 10 jan. 2019.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Boletim de acompanhamento da onda de cheia ao longo do rio Doce, causada pela ruptura da barragem em Mariana**. Boletins diários entre 5 de novembro de 2015 e 04 de janeiro de 2016.

IGAM. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Portarias de outorgas**. Belo Horizonte, 2018. Disponível em: <<http://outorga.meioambiente.mg.gov.br/index.php?r=portaria/listar>> Acesso em: 09 jan. 2019.

FARIA, M. Barragens de rejeitos já causaram diversas tragédias em Minas Gerais. In: **Jornal Estado de Minas**. 5 de novembro de 2015. Belo Horizonte, 2015. Disponível em: <<http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2015/11/05>>

/interna_gerais,705019/barragens-de-rejeito-ja-causaram-diversas-tragedias-em-minas-gerais-r.shtml> Acesso em: 12 jan. 2019.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Fundação divulga análise do impacto da tragédia em Mariana na vegetação.** Fundação SOS Mata Atlântica. São Paulo, 10/12/2015. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/104177/fundacao-divulga-analise-impacto-da-tragedia-em-mariana-sobre-areas-de-vegetacao/#sthash.NdXa0psz.dpuf>> Acesso em: 12 jan. 2019.

GUERRA, C.B.; BARBOSA, F.A.R. **Programa de educação ambiental na bacia do rio Piracicaba:** Curso básico de formação de professores na área ambiental na bacia do rio Piracicaba. Belo Horizonte: FNMA/UFMG/ICB, 1996. 251p.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis. **Laudo Técnico Preliminar** - Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais. Diretoria de Proteção Ambiental - DIPRO & Coordenação Geral de Emergências Ambientais – CGEMA. Brasília, Novembro de 2015, 38p.

IGAM. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Encarte especial sobre a qualidade das águas do rio Doce após 3 anos do rompimento da barragem de Fundão 2015-2018.** Secretaria Estadual do Meio Ambiente, Governo do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2018. Disponível em: <http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/2018/QUALIDADE_DA_AGUA/ENCARTE_Tres_ANOS.pdf>. Belo Horizonte, 2018, 64p.

ISLA, L.A.S. **O uso de peixes em estudos experimentais ecotoxicológicos “in situ”, avaliando os efeitos da poluição aquática urbana em reservatórios.** Tese de Doutorado. Programa de Pós Graduação em Ecologia e Conservação e Manejo da Vida Silvestre - ECMVS, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte. 2016. 87p.

LAGE, M.R.; CUPOLILLO, F.; ABREU, M.L. Aspectos climáticos da bacia do rio Doce. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, XI, 2005, **Anais...** São Paulo. 2005.

MINAS GERAIS. Governo do Estado. **Decreto Nº 46.892, de 20 novembro de 2015.** Institui Força-Tarefa para avaliação dos efeitos e desdobramentos do rompimento das Barragens de Fundão e Santarém, localizadas no Distrito de Bento Rodrigues, no Município de Mariana. Belo Horizonte, 2015. Disponível em: <<http://www.ige.mg.gov.br/images/stories/downloads/decretos/decreto-46892.pdf>> Acesso em: 12 jan. 2019.

PINTO, A.C.C. **Contribuições para o estudo de descomissionamento de barragens**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil – Hidráulica. Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 2010. 216p.

PINTO-COELHO, R.M.; HAVENS, K. **A Crise nas águas**. Editora Relevo. Belo Horizonte, 2015, 162p.

SEDRO. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional, Política Urbana e Gestão Metropolitana. **Relatório da Força-Tarefa para a avaliação dos efeitos de desdobramentos do rompimento da Barragem de Fundão em Mariana- MG**. Governo de Minas Gerais. Belo Horizonte, Janeiro de 2016.

SAUNIER, R.E.; MEGANCK, R.A. **Dictionary & Introduction to global environmental governance**. 2nd Edition. Earthscan Dunstan House, London, UK. 2007. 457p. ISBN 978-1-84407-750-2.

SILVA, D.L.; FERREIRA, M.C.; SCOTTI, M.R. O maior desastre ambiental brasileiro: de Mariana (MG) a Regência (ES). **Arquivos do Museu de História Natural e Jardim Botânico**. v. 24, n. 1/2, 2015

STRAUCH, N. (Org.) **A bacia do rio Doce**: Estudo Geográfico. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia Estatística, 1955, 199p.

MINAS GERAIS. Governo Estadual. **Lei nº 7.772 de 8 de setembro de 1980**. Dispõe sobre a proteção, conservação e melhoria do meio ambiente. Publicação - Diário do Executivo - "Minas Gerais" - 09/09/1980. Belo Horizonte, 1980. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5407>>. Acesso em: 12 jan. 2019.

_____. Governo Estadual. **Lei nº 13.199 de 29 de Janeiro de 1999**. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos. Belo Horizonte, 1999.

_____. Governo Estadual. **Lei nº 14.181 de 17 de janeiro de 2002**. Dispõe sobre a política de proteção à fauna e à flora aquáticas e de desenvolvimento da pesca e da aquicultura no Estado e dá outras providências. Publicação - Diário do Executivo - "Minas Gerais" - 18/01/2002. Belo Horizonte, 2002.

_____. Governo Estadual. **Lei nº 20.922 de 16 de outubro de 2013**. Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado. Publicação – Diário do Executivo – “Minas Gerais” 17/10/2013. Belo Horizonte, 2013.

_____. Governo Estadual. **Decreto estadual nº 44.844 de 25 de junho de 2008.** *Estabelece normas para licenciamento ambiental e autorização ambiental de funcionamento, tipifica e classifica infrações às normas de proteção ao meio ambiente e aos recursos hídricos e estabelece procedimentos administrativos de fiscalização e aplicação das penalidades.* Publicado no DOE - MG em 26 jun 2008. Belo Horizonte, 2008.