

**Identificação e proposição de medidas reparatórias  
para eventuais impactos decorrentes do rompimento  
da Barragem de Fundão nas Unidades de Conservação  
– Pacote 2**

**DIAGNÓSTICO DE AVALIAÇÃO – MONUMENTO NATURAL PICO DO  
IBITURUNA – MEDIÇÃO 8 FINAL**

**Julho, 2019**

## EQUIPE RESPONSÁVEL

### Fundação Renova

Bruno Pimenta

Juliana Oliveira Lima

Laila Medeiros Campos

### Equipe Ekos Brasil

Ana Cristina Moeri - Coordenadora Administrativa

Camila Dinat - Coordenadora Executiva

### Especialistas Meio Biótico

*Coordenação:* Erika Hingst-Zaher

Marcela Firens - Vegetação

Erika Hingst- Zaher – Mastofauna

Joelma Alves da Silva - Mastofauna

Leonardo Esteves Lopes - Avifauna

Felipe Leite - Anfíbios e Répteis

Gabriel Brejão - Ictiofauna

Maurício Tassoni Filho – Ictiofauna

### Especialistas Meio Físico

*Coordenação:* Regina Benedetto

Regina Benedetto - Dinâmica de Sedimentos

Luis Schiesari – Limnologia

### Especialistas Meio Socioeconômico e Cultural e de Uso Público

*Coordenação:* Wanda Maldonado

Wanda Maldonado - Impactos Econômicos e Sociais

Sidnei Raimundo - Ciências Sociais, Turismo em áreas naturais

### Equipe de Apoio

Daiana Marques Costa - Banco de Dados Geoespaciais

Clarissa Magalhães - Processo Participativo

### Analistas

Jéssica Fernandes

Marcos Melo

Marina Tiengo

## LISTA DE SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas

AP – Área Prioritária

APP - áreas de preservação permanente

BDG - Base de Dados Geográficos

CEPAL - Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe

CODEMIG - Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

COPAM - Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais

CPRM - Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais

CR – Criticamente em perigo

CTC – Capacidade de troca de catiônica

DD – Dados insuficientes

DZUFMG - Centro de Coleções Taxonômicas da Universidade Federal de Minas Gerais

Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EMCAPA – Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária

EN – Em perigo

ES – Espírito Santo

ESRI - Environmental System Research Institute

Fe – Ferro

FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente

FJP – Fundação João Pinheiro

FLONA – Floresta Nacional

GA – Mil milhões de anos ou bilhões de anos

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

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

IDH – Índice de Desenvolvimento Humano

IDHM – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

IEMA - Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas

IGAM - Instituto Mineiro de Gestão de Águas

INCAPER - Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

IPH – Instituto de Pesquisa Hidráulicas

IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

LAC – Limits of Acceptable Change

LQ – Limite de quantificação

MBML - Museu de Biologia Professor Mello Leitão

MCNA - Museu de Ciências Naturais da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

MEC – Massa Equatorial Continental

MG – Minas Gerais

MHNUFMG - Museu de História Natural da Universidade Federal de Minas Gerais

MMA – Ministério do Meio Ambiente

Mn – Manganês

MNRJ - Museu Nacional do Rio de Janeiro

MPA – Massa Polar Atlântica

MPF – Ministério Público Federal

MTA – Massa Tropical Atlântica

MZIJMO - Museu de Zoologia João Moojen de Oliveira da Universidade Federal de Viçosa

MZUSP - Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo

NT – Quase ameaçada de extinção

OECD - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

PCH – Pequena Central Hidrelétrica

PIB – Produto Interno Bruto



PMQQS - Programa de Monitoramento Quali-Quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos

PSA – Pagamento por serviços ambientais

RH – Recursos Humanos

SBS - Síndrome de Mudança de Linha de Base

SiBCs - Sistema Brasileiro de Classificação de Solos

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SIRGAS - Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas

SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação

SST – Sólidos Suspensos Totais

TTAC - Termo de Transação e de Ajustamento de Conduta

UC – Unidade de Conservação

UFES – Universidade Federal do Espírito Santo

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

UFV – Universidade Federal de Viçosa

UICN - União Internacional para a Conservação da Natureza e Recursos Naturais

USP – Universidade de São Paulo

UTM – Universal Transversa de Mercator

VRQ – Valor de referência de qualidade

VRQ – Valores de Referência de Qualidade

VU – Vulnerável

ZA – Zona de Amortecimento

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Organização do Banco de dados geográfico (BDG) .....	32
Figura 2 - Chave de interpretação visual de imagens de satélite .....	33
Figura 3 - Poços tubulares dentro dos limites da área de estudo (linha vermelha) do Monumento Natural Pico do Ibituruna. ....	58
Figura 4 - Exemplos de tipos de feições fluviais de deposição de sedimentos na área de estudo .....	66
Figura 5 - Processos erosivos nos solos da área de estudo .....	84
Figura 6 - Matriz para o estabelecimento do índice de nodalidade .....	111
Figura 7 Faixas do Índice de Vulnerabilidade Social .....	113
Figura 8 - Trilhos da Estrada de Ferro Vitória-Minas Gerais .....	115
Figura 9 - Visão panorâmica do alto do Pico, Rio Doce a fundo .....	150
Figura 10 - Na estrada de subida ao Pico, novo condomínio de chácaras sendo implementado.....	152
Figura 11 - Companhia Açucareira Rio Doce (CARDIO), com o Pico do Ibituruna ao fundo. ....	156
Figura 12 - Ilha dos Araujos.....	162
Figura 13 - Estrutura da expedição.....	165
Figura 14 – Localidades visitadas na área de estudo do MONA Pico do Ibituruna .....	173
Figura 15 - Contexto da paisagem da área de estudo, APE e MONA: Pico da Ibituruna na porção mais elevada do relevo, conectado à drenagem do Rio Doce por morros, colinas e pela planície fluvial (Governador Valadares, MG).....	174
Figura 16 - Fotos do Rio Doce no trecho da área de estudo do MONA Pico da Ibituruna. Data 08/02/2019. ....	175
Figura 17 - Fotos das marcas do rejeito no caule das árvores e nas folhas da vegetação localizada na planície fluvial do Rio Doce, Parque Municipal de Governador Valadares (MG), em 08/02/2019. ....	176
Figura 18 - Vista do Pico da Ibituruna.....	178
Figura 19 - Fragmento florestal e pasto no MONA Pico do Ibituruna .....	179
Figura 20 – Riacho encaixado localizado na interface entre o MONA e a APE Pico do Ibituruna .....	184
Figura 21 – Represamento artificial localizado na Zona de Amortecimento do MONA e no dentro da APE Pico do Ibituruna .....	184
Figura 22 - Paisagem da Estrada da Brejaúba .....	186
Figura 23 - Paisagem rural de um bairro camponês, no trecho inicial da estrada do Brejaúba.....	186
Figura 24 - Pedra da Brejaúba.....	187
Figura 25 - Igreja evangélica do Bairro do Brejaúba. Ponto de coleta do lixo da comunidade.....	188

Figura 26- Moradores da comunidade Córrego da Brejaúba, com a Pedra da Brejaúba ao fundo .....	189
Figura 27 - Pedra do Brejaúba, muito frequentada por escaladores locais. ....	190
Figura 28 - Estrada do Brejaúba em seu trecho mais inadequado. Monitor ambiental do MONA analisando o leito da estrada para passagem do veículo 4x4.....	191
Figura 29 - Estrada do Brejaúba. Em destaque, trilha aberta por aficionados por MotoCross, cortando perpendicularmente o traçado dos morros e desencadeando processo erosivos. ....	192
Figura 30 - Porteiras de fazendas da região, com sinalização de alerta a praticantes de MotoCross.....	192
Figura 31 - Rio Traíras, principal afluente do Rio Doce, no setor leste da área de estudo.....	193
Figura 32 - Estrada de terra limite da Zona de Amortecimento, na região de Derribadinha às margens da ferrovia Vitoria-Minas, com trens carregados de minério.....	193
Figura 33 - Paisagem do setor norte da estrada de terra – limite da Zona de Amortecimento. Notar o Rio Doce e sua planície de inundação, o comboio de trem de minério e as fazendas com pastagens.....	194
Figura 34 - Rio Doce nos fundos dos quintais, Derribadinha.....	195
Figura 35- Entrada do Bar do Paulino em Derribadinha, no primeiro plano senhora Santa, moradora e esposa do senhor Paulino e Cristina, gestora do MONA.....	196
Figura 36 - Bar do Paulino .....	196
Figura 37 - Tanque de peixes inundado no momento do rompimento da Barragem do Fundão.....	197
Figura 38 - Campo de futebol da comunidade, afetado pela lama de rejeito.....	198
Figura 39 - Vista do Pico do Ibituruna a partir do Parque Natural Municipal .....	199
Figura 40 - Atividades de domingo no PNM-GV .....	200
Figura 41 - Alamedas para passeios no interior do PNM-GV.....	200
Figura 42 - Mirante do Rio Doce, no PNM-GV.....	201
Figura 43 - Outdoor anunciando venda de lotes em condomínio fechado, as margens da estrada de acesso ao Pico do Ibituruna .....	202
Figura 44 - Chácara no interior do MONA .....	202
Figura 45 - Na subida ao Pico, vista da Comunidade e Pedra da Brejaúba .....	203
Figura 46 - Casa do Papai Noel.....	203
Figura 47 - Praça Plínio Bragatto enfeitada com ET's e disco voador.....	204
Figura 48 - Sinalização da estrutura existente na Pousada Vale Silvestre.....	205
Figura 49 - Casa em condomínio no alto da Pedra do Ibituruna. ....	206
Figura 50 - “Trilhas” abertas nas vertentes do morro do Ibituruna por praticantes de motocross. Notar o traçado inadequado, cortando perpendicularmente as curvas de nível e desencadeando processos	

erosivos.....	207
Figura 51 - Sinalização instalada em trilhas de subida ao Pico.....	207
Figura 52 - Sinalização instalada em trilhas de subida ao Pico.....	208
Figura 53 - Santa em meio às antenas de comunicação.....	208
Figura 54 - Pico do Ibituruna. Encostas gramadas para decolagem de parapente e uma das rampas de madeira para asa delta .....	209
Figura 55 - Prática de parapente .....	209
Figura 56 - Rio Doce e a área urbana de Governador Valadares, vistos do alto do Pico do Ibituruna.....	210
Figura 57 - Visão panorâmica de Governador Valadares e do Rio Doce .....	210
Figura 58 - Fotografia do Rio Doce em Governador Valadares entre os dias 17 a 20/11/2015 .....	219
Figura 59 – Trecho 01.....	220
Figura 60 – Trecho 02.....	220
Figura 61 – Trecho 03.....	221
Figura 62 – Trecho 04.....	221
Figura 63 – Trecho 05.....	222
Figura 64 – Trecho 06.....	222
Figura 65 – Trecho 07.....	223
Figura 66 – Trecho 08.....	223
Figura 67 – Trecho 09.....	224
Figura 68 - Sólidos em suspensão totais (acima) e turbidez (abaixo) na água do Rio Doce em Governador Valadares.....	239
Figura 69 - pH (acima) e condutividade (abaixo) na água do Rio Doce em Governador Valadares. ....	241
Figura 70 - Oxigênio dissolvido na água do Rio Doce em Governador Valadares .....	242
Figura 71 - Ferro Total (acima) e Manganês Total (abaixo) na água do Rio Doce em Governador Valadares. ....	243
Figura 72 - Arsênio Total (acima) e Cádmio Total (abaixo) na água do Rio Doce em Governador Valadares .....	244
Figura 73 - Chumbo Total (acima) e Mercúrio Total (abaixo) na água do Rio Doce em Governador Valadares.....	245
Figura 74 - Nitrato (acima) e Fósforo Total (abaixo) na água do Rio Doce em Governador Valadares. ....	246
Figura 75 - Demanda Bioquímica de Oxigênio (acima) e Coliformes Termotolerantes (‘fecais’) (abaixo) na água do Rio Doce em Governador Valadares. ....	247

Figura 76 - Concentração de clorofila a na água do Rio Doce em Governador Valadares nos 2 anos que se seguiram ao rompimento da Barragem do Fundão. ....	248
Figura 77 - Estrutura do Mapa Conceitual .....	284
Figura 78 - Mapa Conceitual.....	285



## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Total de precipitação do período chuvoso (outubro a março) entre 2015 a 2018 nas estações pluviométricas localizadas no médio-baixo Rio Doce .....	51
Gráfico 2 - Total de precipitação mensal no período chuvoso entre 2015 a 2018 na estação pluviométrica de Governador Valadares (MG).....	52
Gráfico 3 - Perfil longitudinal do canal do Rio Doce, características gerais e localização (relativa) da área de estudo .....	63
Gráfico 4 - Representação gráfica das vazões mínimas, médias e máximas mensais entre o período de 1985 a 2015 na estação do CPRM 56850000, em Governador Valadares (MG). Fonte: MPF (2017a).....	68
Gráfico 5 - Representação gráfica da curva chave de sedimentos entre o período de 1998 a 2015 na estação 56850000, município de Governador Valadares (MG). Fonte: MPF (2017a).....	69
Gráfico 6 - Linha-base de sólidos em suspensão totais (acima) e turbidez (abaixo) na água do Rio Doce em Governador Valadares (Estação IGAM RD044, equivalente às Estações ANA 56849000 e PQQSS RDO08) nos 16 anos que precederam o rompimento da Barragem do Fundão. ....	72
Gráfico 7 - Linha-base de parâmetros básicos de qualidade de água do Rio Doce em Governador Valadares (Estação IGAM RD044, equivalente às Estações ANA 56849000 e PQQSS RDO08) nos 16 anos que precederam o rompimento da Barragem do Fundão. ....	73
Gráfico 8 - Linha-base do (a) Ferro Dissolvido (b) Alumínio Dissolvido e (c) Manganês Total na água do Rio Doce em Governador Valadares (Estação IGAM RD044, equivalente às Estações ANA 56849000 e PQQSS RDO08) nos 16 anos que precederam o rompimento da Barragem do Fundão. ....	74
Gráfico 9 - Linha-base das concentrações de Arsênio Total, Cádmio Total, Cromo Total, Cobre Dissolvido, Mercúrio Total, Chumbo Total, Selênio Total e Zinco Total na água do Rio Doce em Governador Valadares (Estação IGAM RD044, equivalente às Estações ANA 56849000 e PQQSS RDO08) nos 16 anos que precederam o rompimento da Barragem do Fundão. ....	75
Gráfico 10 - Linha-de-base de concentração de nitrogênio e fósforo na água do Rio Doce em Governador Valadares (Estação IGAM RD044, equivalente às Estações ANA 56849000 e PQQSS RDO08) nos 16 anos que precederam o rompimento da Barragem do Fundão. ....	78
Gráfico 11 - Linha-base da contaminação orgânica e microbiológica da água do Rio Doce em Governador Valadares (Estação IGAM RD044, equivalente às Estações ANA 56849000 e PQQSS RDO08) nos 16 anos que precederam o rompimento da Barragem do Fundão. ....	81
Gráfico 12 - Linha-base da concentração de clorofila <i>a</i> na água do Rio Doce em Governador Valadares (Estação IGAM RD044, equivalente às Estações ANA 56849000 e PQQSS RDO08) nos 16 anos que precederam o rompimento da Barragem do Fundão. ....	82
Gráfico 13 - Comparativo entre população urbana e rural em Governador Valadares – 2010 .....	121
Gráfico 14 – 2010: Pirâmide Etária de Governador Valadares – MG (distribuição por sexo, segundo os grupos de idade).....	123
Gráfico 15 - Escolaridade da População Adulta (25 anos ou mais) em Governador Valadares – 1991 (em %) .....	125

Gráfico 16 - Escolaridade da População Adulta (25 anos ou mais) em Governador Valadares – 2000 (em %)	125
Gráfico 17 - Escolaridade da População Adulta (25 anos ou mais) em Governador Valadares – 2010 (em %)	126
Gráfico 18 - Mortalidade Infantil em Governador Valadares 1991-2000-2010	127
Gráfico 19 - População Economicamente Ativa, 2010	129
Gráfico 20 - Total de Domicílios Particulares Permanentes por setor censitário	135
Gráfico 21 - Média de moradores por Domicílio Particular Permanente por setor censitário	135
Gráfico 22 - População residente, por gênero, por setor censitário, 2010	137
Gráfico 23 - Rendimento nominal mensal per capita dos Domicílios Permanentes, em salários mínimos, por setor, 2010	139
Gráfico 24 - Comportamento da vazão e cota (curva-chave) na Estação fluviométrica localizada no município de Governador Valadares (código 56850000), incluindo o monitoramento especial realizado na bacia do Rio Roce em dezembro de 2015. Em destaque vermelho: máxima de vazão diária registrada com a passagem da onda de cheia, no dia 08/11/2015	226
Gráfico 25 - Média de concentrações de Sólidos em Suspensão Totais (mg/L) em Governador Valadares Estação RD044	230

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados para composição do BDG/SIG na etapa do Diagnóstico Linha de Base.....	28
Tabela 2 - Dados para composição do BDG/SIG na etapa do Diagnóstico de Avaliação .....	29
Tabela 3 - Dados para composição do BDG/SIG na etapa do Relatório Final .....	29
Tabela 4 - Características do sensor REIS.....	30
Tabela 5 - Características do sensor do Planet Scope.....	30
Tabela 6- Imagens utilizadas dos satélites RapidEye e Planet Scope .....	31
Tabela 7 - Mapas da etapa do Diagnóstico Linha de Base .....	34
Tabela 8 - Mapas da etapa do Diagnóstico de Avaliação.....	35
Tabela 9 - Mapas da etapa do Relatório Final.....	36
Tabela 10 - Média de variação mensal das chuvas na região do MONA Pico do Ibituruna .....	51
Tabela 11 - Poços tubulares com disponibilidade de informações, cadastrados no SIAGAS/CPRM, localizados em uma faixa de 1.500 ao longo da calha do médio-baixo Rio Doce .....	59
Tabela 12 - Valores das vazões mínimas, médias e máximas mensais entre o período de 1985 a 2015 na estação do CPRM 56850000, em Governador Valadares (MG). Fonte: MPF (2017a).....	68
Tabela 13 - Propriedades e concentração de metais nos tipos de solos presentes no MONA Pico do Ibituruna.....	85
Tabela 14 Indicadores que compõem as três dimensões do Índice de Vulnerabilidade Social – IVS.....	113
Tabela 15 - Loteamentos no Pico do Ibituruna identificados na Prefeitura Municipal de Governador Valadares.....	117
Tabela 16 - Tipologia de uso da terra .....	118
Tabela 17 - Ocorrência de incêndios no Pico do Ibituruna .....	119
Tabela 18 - Área Territorial, População e Densidade Demográfica em Governador Valadares e MG, 2000 e 2010.....	121
Tabela 19 - População Residente Total, Urbana e Rural em Governador Valadares 2000 e 2010.....	121
Tabela 20 - População Total, por Sexo, Rural/Urbana - Governador Valadares, 2000 .....	122
Tabela 21 - Tabela: População Total, por Sexo, Rural/Urbana - Governador Valadares, 2010 .....	122
Tabela 22 - Variáveis do IDHM.....	124
Tabela 23 - Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), Governador Valadares, 2000 e 2010.....	127
Tabela 24 - Produto Interno Bruto a preços correntes de Governador Valadares e Minas Gerais, 2005 e 2015 (R\$ mil) .....	128
Tabela 25 - Produto Interno Bruto <i>per capita</i> em 2005 e 2015.....	128

Tabela 26 - Renda, Pobreza e Desigualdade em Governador Valadares – 1991, 2000 e 2010 .....	129
Tabela 27 - Ocupação na faixa etária de 18 anos por setor econômico – 2010.....	130
Tabela 28 - Valor Adicionado (por setor) Governador Valadares 2015 (em R\$ mil).....	130
Tabela 29 - Domicílios Particulares Permanentes e População, por setor, 2010 .....	134
Tabela 30 - População residente, sexo e idade por setor censitário, 2010 .....	136
Tabela 31 - Percentual de pessoas alfabetizadas por faixa de idade, por setor, 2010.....	137
Tabela 32 - Rendimento nominal mensal per capita dos Domicílios Permanentes (não inclui improvisados), em salários mínimos, por setor censitário, 2010.....	138
Tabela 33 - Esgotamento sanitário e abastecimento d'água por domicílio por setor censitário, 2010 .....	140
Tabela 34 - Destinação de lixo por Domicílios Particulares Permanente por setor censitário, 2010 .....	141
Tabela 35 - Energia elétrica por domicílio por setor censitário, 2010 .....	142
Tabela 36 - Vulnerabilidade de cada um dos setores selecionados na área de estudo .....	144
Tabela 37 - Bens tombados e registrados em Governador Valadares .....	145
Tabela 38 - Sítios Arqueológicos em Governador Valadares .....	146
Tabela 39 - Valor Adicionado em valores correntes do Turismo por Territórios de Desenvolvimento e municípios (Governador Valadares, Minas Gerais) - 2010-2014.....	148
Tabela 40: Características extra e intra-canal do trecho fluvial a serem observados em campo. ....	166
Tabela 41 – Coordenadas das localidades visitadas na expedição do MONA Pico do Ibituruna .....	173
Tabela 42 - Espécies de mamíferos de médio e grande porte registrados durante visita de campo, através de entrevistas com moradores e funcionários e identificadas através de e fotos .....	179
Tabela 43: Critérios para a Caracterização e Atribuição de Significância aos Impactos componentes da Matriz de Avaliação.....	213
Tabela 44: Modelo de Matriz de Avaliação de Impacto adotada no presente projeto .....	216
Tabela 45: Matriz de Significância do Impacto. ....	216
Tabela 46 - Granulometria dos sedimentos suspensos no dia 10/11/2015 em Governador Valadares (MG) .....	227
Tabela 47 - Classificação granulométrica da <i>American Geophysical Union</i> .....	228
Tabela 48 - Sólidos em Suspensão Totais (mg/L) - Limite DN 01/08 = 100 .....	229
Tabela 49 - Estimativa da Descarga Sólida em Suspensão durante a passagem da massagem de água. ....	231
Tabela 50 - Descarga sólida em suspensão.....	231
Tabela 51 - Resumo das alterações na qualidade de água do Rio Doce em geral, e no rio Doce em Governador Valadares em particular, para (a) parâmetros básicos de qualidade de água (b) elementos	

químicos, incluindo metais e metalóides (c) macronutrientes (d) contaminantes orgânicos e (f) fitoplâncton.  
.....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 52 - Matriz de Avaliação dos Impactos no Meio Físico .....249

Tabela 53 - Matriz de Avaliação dos Impactos no Meio Biótico.....262

Tabela 54 - Matriz de Avaliação dos Impactos no Socioeconômico e Cultural e de Uso Público.....278

Tabela 55 - Relação dos Impactos com as Medidas e Programas Propostos.....294



## LISTA DE MAPAS

Mapa 1 - Localização das Unidades de Conservação do projeto .....	21
Mapa 2 - Área de estudo dos meios físico e biótico do MONA Pico do Ibituruna .....	26
Mapa 3 - Área de estudo do meio socioeconômico e cultural do MONA Pico do Ibituruna .....	26
Mapa 4 - Zona de Amortecimento do MONA Pico do Ibituruna .....	27
Mapa 5 - Localização das estações pluviométricas em relação às áreas de estudo .....	53
Mapa 6 - Mapa de geologia da área de estudo do MONA Pico do Ibituruna .....	55
Mapa 7 - Unidades hidrogeológicas onde está situado no MONA Pico do Ibituruna .....	57
Mapa 8 - Unidades geomorfológicas da área de estudo .....	61
Mapa 9 - Drenagem da área de estudo do Monumento Natural Pico do Ibituruna .....	62
Mapa 10 - Mapa de hipsometria da área de estudo do MONA Pico do Ibituruna .....	64
Mapa 11 - Mapa de declividade da área de estudo do MONA Pico do Ibituruna .....	64
Mapa 12 - Localização das estações fluviométricas em relação às áreas de estudo .....	67
Mapa 13 - Tipos de solo na área de estudo da UC MONA Pico do Ibituruna .....	83
Mapa 14 - Mapa de vegetação e bacia do Rio Doce .....	95
Mapa 15 - Mapa da cobertura vegetal da área de estudo MONA Pico do Ibituruna e entorno. ....	96
Mapa 16 - Uso e ocupação do solo da área de estudo MONA Pico do Ibituruna e entorno .....	97
Mapa 17 - Mapa de nodalidade do MONA Pico do Ibituruna .....	109
Mapa 18 – Setores Censitários do MONA Pico do Ibituruna e entorno .....	133
Mapa 19 - Distribuição espacial das localidades utilizadas para o levantamento de dados secundários....	292
Mapa 20: Áreas Prioritárias para conectividade da paisagem MONA Pico do Ibituruna .....	324

## SUMÁRIO

1	Introdução .....	19
2	Contextualização.....	25
2.1	Área de Estudo.....	25
2.2	Forma da Construção da Base de Dados Geoespacial .....	27
3	Caracterização do Monumento Natural Pico do Ibituruna.....	37
4	Linha de Base .....	40
4.1	Linha de Base do Meio Físico .....	41
4.1.1	Aspectos Metodológicos .....	41
4.1.2	Caracterização da Linha de Base do Meio Físico no MONA Pico do Ibituruna .....	49
4.2	Linha de Base do Meio Biótico .....	86
4.2.1	Aspectos Metodológicos.....	86
4.2.2	Histórico do Conhecimento da Biodiversidade do Médio e Baixo Rio Doce nos Séculos XIX e XX .....	93
4.2.3	Caracterização da Linha de Base do Meio Biótico no MONA Pico do Ibituruna.....	94
4.3	Linha de Base do Meio Socioeconômico e Cultural e de Uso Público .....	106
4.3.1	Aspectos Metodológicos .....	106
4.3.2	Caracterização da Linha de Base do Meio Socioeconômico e Cultural e de Uso Público no MONA Pico do Ibituruna .....	115
5	Expedições.....	165
5.1	Metodologia.....	165
5.1.1	Meio Físico.....	166
5.1.2	Meio Biótico.....	167
5.1.3	Meio Socioeconômico e Cultural e de Uso Público.....	168
5.2	Avaliação de Campo Expedita .....	172
5.2.1	Meio Físico.....	172
5.2.2	Meio Biótico.....	177
5.2.3	Meio Socioeconômico e Cultural e de Uso Público.....	185
6	Avaliação dos Impactos .....	211
6.1	Impactos no Meio Físico.....	217
6.1.1	Hidrogeologia .....	217
6.1.2	Geomorfologia fluvial .....	218

6.1.3 Hidrossedimentologia.....	225
6.1.4 Qualidade da água.....	233
6.1.5 Descrição dos Impactos no Meio Físico.....	248
6.2 Impactos no Meio Biótico .....	259
6.3 Impactos no Meio Socioeconômico e Cultural.....	276
6.4 Avaliação de Impacto Integrada .....	283
7 Lacunas de Conhecimento .....	289
7.1 Meio Físico .....	289
7.2 Meio Biótico.....	290
7.3 Meio Socioeconômico e Cultural e de Uso Público.....	292
8 Propostas de Medidas de Restauração, Reparação, Mitigação e compensação .....	293
8.1 Projeto: Melhoria da Qualidade e Quantidade da Água pela Segurança Hídrica.....	302
8.1.1 Medida 1 - Apoio (financeiro, logístico e suprimentos) ao IGAM e demais órgãos responsáveis, no controle da implantação de barramentos e incentivo a remoção das unidades existentes.....	303
8.1.2 Medida 2 - Expansão das atividades de abastecimento e saneamento ambiental, relativas aos Programas 31 e 32 da Fundação Renova, para a área de estudo. ....	305
8.1.3 Medida 3 - Instalação de sistemas de captação de água mais eficientes (cisternas, água de reuso, etc) em locais estratégicos.....	306
8.1.4 Medida 4 - Monitoramento quali-quantitativo sobre o comportamento das águas subterrâneas (vazão, metais, condutividade, pH) através de coletas de água de poços e nascentes em locais estratégicos.....	307
8.1.5 Medida 5 - Monitoramento de parâmetros quali-quantitativos das águas e dos sedimentos de rios tributários do Rio Doce e zonas de confluência na UC e ZA através das metodologias e critérios já estabelecidos pelo PMQQS .....	308
8.1.6 Medida 6 - Análise de risco da condução extensiva de dragagem aos locais propícios à retenção/acúmulo de sedimentos .....	309
8.1.7 Medida 7- Divulgação de dados sobre contaminação e da qualidade das águas ao longo das margens do Rio Doce e ações da F. Renova. ....	311
8.2 Projeto de Requalificação sustentável dos vales e planícies fluviais para a população.....	312
8.2.1 Medida 1 - Diagnóstico sobre a estrutura e qualidade dos solos na planície fluvial .....	312
8.2.2 Medida 2 - Monitoramento dos solos da planície fluvial.....	313
8.2.3 Medida 3 - Estabilização das margens (Rio Doce e tributários) utilizando preferencialmente técnicas de bioengenharia .....	315
8.2.4 Medida 4 - Monitoramento da estabilidade das encostas, vales e margens fluviais, assim como da regeneração natural da vegetação.....	316
8.2.5 Medida 5 - Manejo e apoio no uso sustentável dos solos na planície de inundação e ilhas fluviais	

.....	317
8.3 Projeto de Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas .....	318
8.3.1 Medida 1 Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara .....	318
8.3.2 Medida 2 Capacitação ao cultivo de palmito nativo .....	320
8.3.3 Medida 3 Incentivo ao plantio de agrofloresta e manejo de recursos florestais .....	321
8.3.4 Medida 4 Indicação de áreas prioritárias e implantação de conectividade entre fragmentos florestais .....	322
8.4 Projeto de Manejo de Fauna e Vegetação .....	324
8.4.1 Medida 1 - Controle da introdução de espécies exóticas de peixes no Rio Doce através de programa de pesca e fiscalização .....	325
8.4.2 Medida 2 Introdução de elementos estruturantes naturais ou artificiais com o objetivo de garantir a heterogeneidade necessária para a recuperação e manutenção de meso e micro-habitats aquáticos .....	326
8.4.3 Medida 3 Pesquisas para avaliar a necessidade e viabilidade de programas de reintrodução de espécies sensíveis e endêmicas de peixes .....	327
8.4.4 Medida 4 Pesquisa sobre status taxonômico e distribuição de espécies de anfíbios potencialmente novas para a ciência .....	328
8.4.5 Medida 5 Expansão do programa de monitoramento da ictiofauna para os tributários do Rio Doce .....	329
8.5 Projeto de Uso Público .....	330
8.5.1 Medida 1 Curso de empreendedorismo e associativismo/cooperativismo vinculado ao uso público da UC (artesanato, gastronomia, etc) .....	331
8.5.2 Medida 2 Implantação de roteiros ecoturísticos adequados a cada UC .....	332
8.5.3 Medida 3 Capacitação de monitores de interpretação ambiental e redução de impactos da visitação .....	333
8.5.4 Medida 4 Educação ambiental com a comunidade .....	334
9. Oportunidade de Melhoria: A importância do Plano de Manejo do MONA Pico do Ibituruna .....	336
10. Referências Bibliográficas .....	338

## 1 INTRODUÇÃO

A Barragem de Fundão está localizada no distrito de Bento Rodrigues, município de Mariana, área que por sua importância geológica é reconhecida como Quadrilátero Ferrífero, no estado de Minas Gerais (MG). Essa barragem pertence ao complexo Germano, Fundão e Santarém, que eram utilizadas pelas empresas Samarco e Vale para acondicionar o rejeito da exploração do minério de ferro das jazidas locais.

O rompimento da Barragem de Fundão no dia 05 de novembro de 2015 foi responsável pelo lançamento de 39,2 milhões de m<sup>3</sup> de rejeitos de mineração no ambiente. De acordo com o Laudo Técnico Preliminar elaborado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) em novembro de 2015, a lama de rejeitos provocada pelo rompimento percorreu e atingiu diretamente os rios Gualaxo do Norte, do Carmo e Doce, chegando à Foz do Oceano Atlântico, no município de Linhares, no Espírito Santo (ES), no dia 21 de novembro de 2015.

A Defesa Civil conceitua desastres como resultados de eventos adversos, naturais ou provocados pela atividade humana, sobre um ecossistema, causando danos humanos, ambientais e materiais e provocando prejuízos econômicos e sociais. Os desastres são classificados quanto a sua intensidade, dada pela relação entre a magnitude do evento e o grau de vulnerabilidade do ambiente afetado. O rompimento da Barragem de Fundão foi classificado pela Defesa Civil como Desastre de Nível IV<sup>1</sup>, de muito grande porte, provocando danos muito importantes e prejuízos muito vultosos e consideráveis.

De acordo com o Laudo Técnico, 663,2 km de corpos hídricos foram diretamente impactados e 1.469 ha de vegetação natural, incluindo áreas de preservação permanente (APPs), foram destruídos pela lama de rejeitos nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Na chegada à Foz do Oceano Atlântico, uma pluma de rejeitos foi depositada no estuário do delta do Rio Doce e liberada no Oceano.

O Relatório Temático elaborado pela União Internacional para a Conservação da Natureza e Recursos Naturais (UICN), publicado em 2018, levanta que o rompimento da barragem provocou a morte de 19 pessoas, sendo 14 trabalhadores da barragem e 5 moradores do município de Bento Rodrigues. A lama de rejeitos destruiu 218 edificações e afetou outras 806; impactou aproximadamente 2.000 ha de terra em mais de 200 propriedades rurais; e provocou o deslocamento de mais de 220 famílias.

O Laudo Técnico ainda apresenta a identificação de danos ambientais e sociais diretos, com a importante ressalva de que os impactos não se limitam aos danos diretos. Dentre os danos constatados estão:

Morte e desaparecimento de pessoas; isolamento de áreas habitadas; desalojamento de comunidades devido a destruição de moradias e estruturas urbanas; fragmentação de habitats; destruição de áreas de preservação permanente e vegetação nativa; mortandade de animais de produção e impacto à produção rural e ao turismo, com interrupção de receita econômica; restrições à pesca; mortandade de animais domésticos; mortandade de fauna silvestre; dizimação de ictiofauna silvestres em período de defeso; dificuldade de geração de energia elétrica pelas hidrelétricas atingidas; alteração na qualidade e quantidade de água, bem como a suspensão de seus usos para as populações e a fauna, como abastecimento e dessedentação; além da sensação de desamparo da população em diversos níveis. (IBAMA, 2015, p. 33)

---

<sup>1</sup> De acordo com a Defesa Civil os desastres se classificam quanto à intensidade em: acidentes; desastres de médio porte; desastres de grande porte; desastres de muito grande porte. (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2000)



O IBAMA aponta que historicamente a Bacia do Rio Doce apresenta diferentes fontes de degradação ambiental, o que diminui sua resiliência, ou seja, sua capacidade de retornar naturalmente às suas características originais, ou o mais próximo possível a elas, após a ocorrência de uma perturbação no ecossistema.

A Bacia do Rio Doce possui 98% de sua área inserida no bioma Mata Atlântica (sendo que os 2% restantes pertencem ao Cerrado). De toda sua área, no ano de 2014, apenas 11,6% (9.831 km<sup>2</sup>) eram constituídos por remanescentes florestais. A pecuária é bastante presente, sendo que 95% das terras são caracterizadas por pastos e capoeiras. A região ainda é marcada pela forte presença dos garimpos de ouro desenvolvidos por séculos, com parte desativada e alguns ainda ativos.

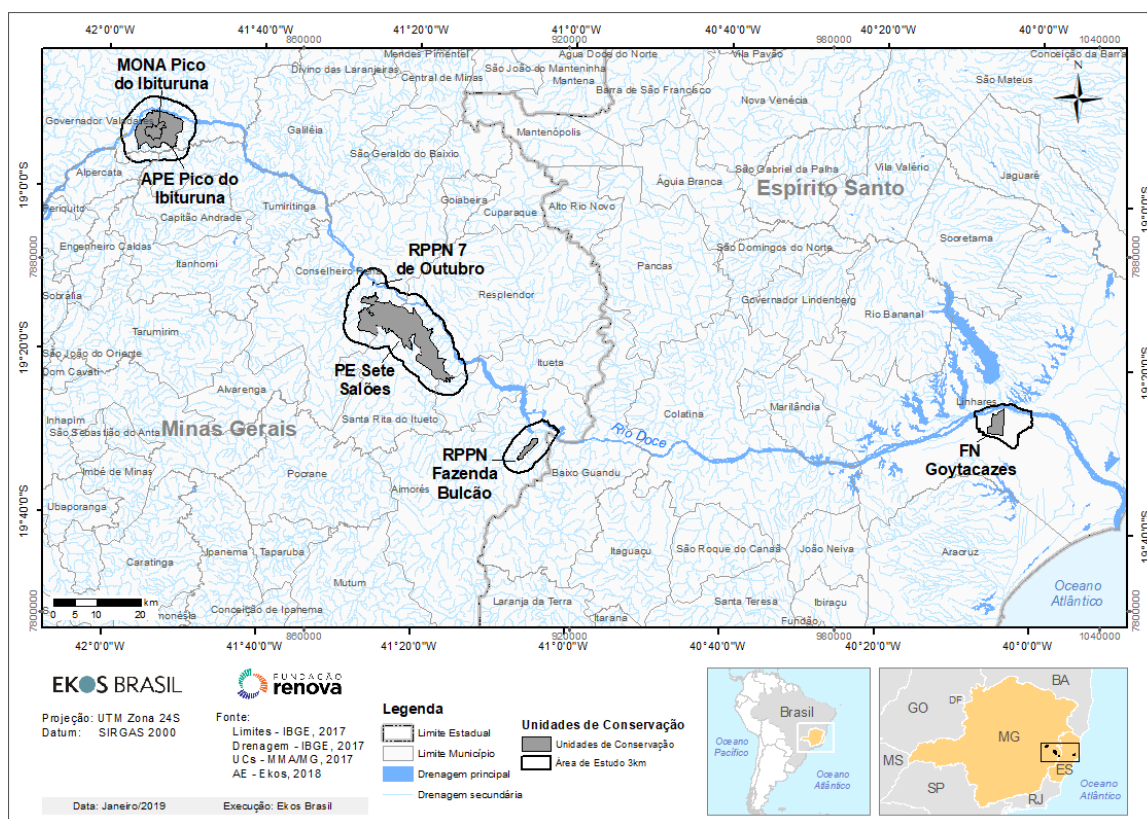
O Projeto “Identificação e proposição de medidas reparatórias para eventuais impactos decorrentes do rompimento da Barragem de Fundão nas Unidades de Conservação” se insere no contexto de atendimento à Cláusula 181 do Termo de Transação e de Ajustamento de Conduta (TTAC) pela Fundação Renova, que trata sobre a realização de estudos de avaliação de impactos e proposição de medidas de reparação necessárias para as unidades de conservação (UCs) atingidas pelo rompimento da Barragem de Fundão em 05 de novembro de 2015 na Bacia do Rio Doce.

Segundo orientações da Nota Técnica nº 04/2016/APA Costa das Algas/ICMBio, as Unidades de Conservação que tiveram suas áreas, zonas de amortecimento ou em distância de 3 quilômetros de seu limite (nos casos em que não há Zona de Amortecimento estabelecida) diretamente atingidas em algum momento pela lama de rejeitos e/ou pluma devem estar incluídas em tal estudo. As orientações apontam para o total de 40 unidades de conservação.

O Instituto Ekos Brasil se insere no Pacote 2 do projeto, que abrange seis Unidades de Conservação continentais localizadas entre os municípios de Governador Valadares (MG) e Linhares (ES). São elas (Mapa 1):

- Monumento Natural Pico do Ibituruna (Governador Valadares/MG)
- Área de Proteção Especial Pico do Ibituruna (Governador Valadares/MG)
- Reserva Particular do Patrimônio Natural Sete de Outubro (Conselheiro Pena/MG)
- Parque Estadual Sete Salões (Conselheiro Pena, Itueta, Resplendor, Santa Rita do Itueto/MG)
- Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Bulcão (Aimorés/MG)
- Floresta Nacional de Goytacazes (Linhares/ES)

Mapa 1 - Localização das Unidades de Conservação do projeto



Assim, o projeto tem como objetivo principal a identificação e avaliação da incidência e magnitude dos impactos ambientais nas seis unidades de conservação citadas acima e a proposição de medidas reparatórias (e eventualmente compensatórias) consideradas necessárias. Tal trabalho foi organizado por áreas de conhecimento: meio físico, meio biológico e meio socioeconômico e cultural, sob uma perspectiva de análise integrada da paisagem.

O presente documento “Diagnóstico de Avaliação” tem como principais objetivos a identificação dos impactos decorrentes do rompimento da barragem no MONA Pico do Ibituruna e em sua Zona de Amortecimento (ZA); a avaliação dos impactos por áreas do conhecimento e a avaliação integrada dos impactos na Unidade de Conservação e respectiva ZA; e por fim apresentar medidas reparatórias e compensatórias.

A identificação e avaliação dos impactos e proposição de medidas reparatórias foi realizada tendo como base os seguintes pilares que sustentaram as análises: primeiramente, o levantamento das condições socioambientais anteriores ao rompimento, consolidadas no Diagnóstico de Linha de Base (capítulo 4 Linha de Base); as informações complementares oriundas dos debates na Oficina de Diagnóstico realizada em Governador Valadares nos dias 06 e 07 de fevereiro de 2019, que contou com a participação da equipe técnica do presente projeto e dos principais atores envolvidos com a UC, além da Fundação Renova; a expedição em campo realizada no MONA Pico do Ibituruna entre os dias 09 a 12 de fevereiro de 2019, juntamente com os responsáveis pela área (capítulos 5 Expedição e 6 Avaliação de Impactos); a segunda expedição em campo realizada no dia 23 de abril, com a realização de reunião entre a gestão da Unidade de Conservação e a equipe do projeto; o aprofundamento do resultado da avaliação de impactos e propostas de medidas reparatórias na Oficina de Avaliação, realizada no dias 07 e 08 de maio de 2019 (capítulo 8 Propostas de Medidas de Restauração, Reparação, Mitigação e Compensação); e as Reuniões Técnicas realizadas entre a equipe técnica ao longo de todo o desenvolvimento do projeto.

Destarte, o presente relatório corresponde a somatória de todo o esforço despendido diante cada etapa, as quais foram gradativamente acrescidos dados, informações e análises (tendo como base análises anteriores e eventuais atualizações).

O Diagnóstico de Avaliação Final segue a seguinte estrutura:

**Contextualização: contextualização do documento.**

- Área de Estudo: definição e justificativa da área de estudo para os meios físico, biótico e socioeconômico e cultural.
- Forma da Construção da Base de Dados Geoespacial: apresentação do método utilizado para o desenvolvimento e estruturação da base de dados geoespacial, mapeamento temático e etapas relacionadas ao levantamento de dados secundários.

**Caracterização do MONA Pico do Ibituruna:** caracterização sistematizada da Unidade de Conservação com o levantamento de seu histórico, objetivos de criação, principais alvos de conservação, grau de implantação, principais atributos e serviços ambientais prestados.

**Linha de Base:** apresentação do conceito e sua importância para a avaliação de impactos ambientais.

- Linha de Base do Meio Físico: caracterização e construção da linha de base, junto a interpretação de condições mais recentes dos componentes físicos na UC, mediante o rompimento da barragem.
- Aspectos Metodológicos: metodologia utilizada no meio físico para construção da linha de base e sistematização de dados e informações sobre os possíveis efeitos do rompimento da barragem no meio físico, incluindo a identificação das perguntas orientadoras que norteiam a caracterização da Unidade.
- Caracterização da Linha de Base do Meio Físico no MONA Pico do Ibituruna: caracterização da unidade a partir dos seguintes componentes:
  - Características e Comportamento do Rejeito da Barragem de Fundão Mediante o Rompimento
  - Clima;
  - Geologia;
  - Hidrogeologia;
  - Geomorfologia;
  - Hidrossedimentologia;
  - Qualidade da Água;
  - Pedologia.
- Linha de Base do Meio Biótico: caracterização e construção da linha de base da unidade a partir do meio biótico, considerando as áreas vegetação e fauna.
- Histórico do Conhecimento da Biodiversidade do Médio e Baixo Rio Doce no Séculos XIX e XX: breve histórico sobre as pesquisas e expedições científicas realizadas na região.
- Vegetação:
- Aspectos Metodológicos: metodologia utilizada no diagnóstico da área da vegetação para construção da linha de base, incluindo a identificação das perguntas orientadoras que norteiam a caracterização da unidade.
- Caracterização da Linha de Base da Vegetação no MONA Pico do Ibituruna: caracterização da unidade a partir do componente da vegetação.
- Fauna:
- Aspectos Metodológicos: metodologia utilizada no diagnóstico da fauna para construção da linha de base, incluindo a identificação das perguntas orientadoras que norteiam a caracterização da unidade.

- Caracterização da Linha de Base da Fauna no MONA Pico do Ibituruna: caracterização da unidade a partir da área da fauna, considerando:
  - Mastofauna;
  - Avifauna;
  - Herpetofauna;
  - Ictiofauna.
- Linha de Base do Meio Socioeconômico e Cultural e de Uso Público da UC: caracterização e construção da linha de base da unidade a partir do meio socioeconômico e cultural e de uso público da unidade.
- Aspectos Metodológicos: metodologia utilizada pelo meio socioeconômico e cultural para construção da linha de base, incluindo a identificação das perguntas orientadoras que norteiam a caracterização da unidade.
- Caracterização da Linha de Base do Meio Socioeconômico e Cultural e de Uso Público da UC no MONA Pico do Ibituruna: caracterização da unidade a partir dos seguintes aspectos:
  - Histórico das Formas de Uso e Ocupação do Território;
  - Perfil Socioeconômico;
  - Patrimônio Cultural e Arqueológico;
  - Comunidades Tradicionais, Quilombolas e Indígenas;
  - Atividades de Lazer e Turismo;
  - Recursos Explorados;
  - Projetos de Pesquisa em Andamento.

#### **Expedição:**

- Metodologia: descrição metodológica por meio.
- Meio Físico;
- Meio Biótico;
- Meio Socioeconômico e Cultural e de Uso Público.
- Avaliação de Campo Expedita: avaliação da expedição realizada na Unidade de Conservação, a partir das áreas do conhecimento, identificando os pontos visitados.
- Meio Físico;
- Meio Biótico;
- Meio Socioeconômico e Cultural e de Uso Público.

**Avaliação dos Impactos:** apresentação da metodologia de avaliação dos impactos na Unidade de Conservação e em sua Zona de Amortecimento.

- Impactos no Meio Físico: identificação e avaliação dos impactos no meio físico.
- Impactos no Meio Biótico: identificação e avaliação dos impactos no meio biótico.
- Impactos no Meio Socioeconômico e Cultural e de Uso Público: identificação e avaliação dos impactos no meio socioeconômico e cultural e de uso público.
- Avaliação de Impacto Integrada: apresentação do mapa conceitual com hipóteses de relação causa-e-efeito entre o rompimento da Barragem de Fundão e os impactos na Unidade de Conservação e em sua Zona de Amortecimento.

**Lacunas de conhecimento:** lacunas identificadas por área de conhecimento.

- Meio Físico;
- Meio Biótico;
- Meio Socioeconômico e Cultural e de Uso Público.

**Propostas de Medidas Reparatórias, Compensatórias e Plano de Ação:** apresentação de medidas reparatórias para os impactos identificados, agrupadas em Projetos:

- Projeto de Melhoria da Qualidade e Quantidade da Água pela Segurança Hídrica
- Projeto de Requalificação Sustentável dos Vales e Planícies Fluviais para a População
- Projeto de Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
- Projeto de Manejo de Fauna e Vegetação
- Projeto de Uso Público

**Referências Bibliográficas.**

**Anexos.**



## 2 CONTEXTUALIZAÇÃO

### 2.1 Área de Estudo

A definição da área de trabalho (também referida como Área de Estudo) é importante base para a identificação e compreensão dos impactos. Para a definição das áreas de estudo foram estabelecidos alguns critérios, inicialmente aqueles já delineados pelo Termo de Referência e respectiva Proposta Técnica, dentre outros critérios estabelecidos pelas peculiaridades dos meios físico, biótico e socioeconômico e cultural e de uso público das UCs. Parte-se das definições básicas:

- Zona de Amortecimento (ZA), quando definida, ou raio de três quilômetros em torno dos limites das UCs, de acordo com o limite mínimo proposto pela Resolução do CONAMA N°428/2010, e em consonância com o Termo de Referência do Projeto.
- Caso este limite não atinja o leito aparente do Rio Doce, a área de estudo será aumentada até abrangê-la nas análises. Este critério foi escolhido como forma de incluir na análise de todas as UCs, o trecho do rio principal (Doce) considerando as duas margens (definidas pelo leito aparente, periodicamente inundado e que pode ser visualizado/definido por imagens de satélite). Para tal “expansão” territorial, adotar-se-á critérios relacionados ao recorte de sub-bacias de drenagem, de acordo com a identificação de interflúvios e hierarquia de drenagem.

Para efeito de análise dos sub-compartimentos hidrogeomorfológicos, serão considerados apenas os canais tributários do Rio Doce que drenam as UCs e suas ZAs, sendo estes canais identificados pelo mapeamento de otobacias da Agência Nacional de Águas (WebGis Geonetwork).

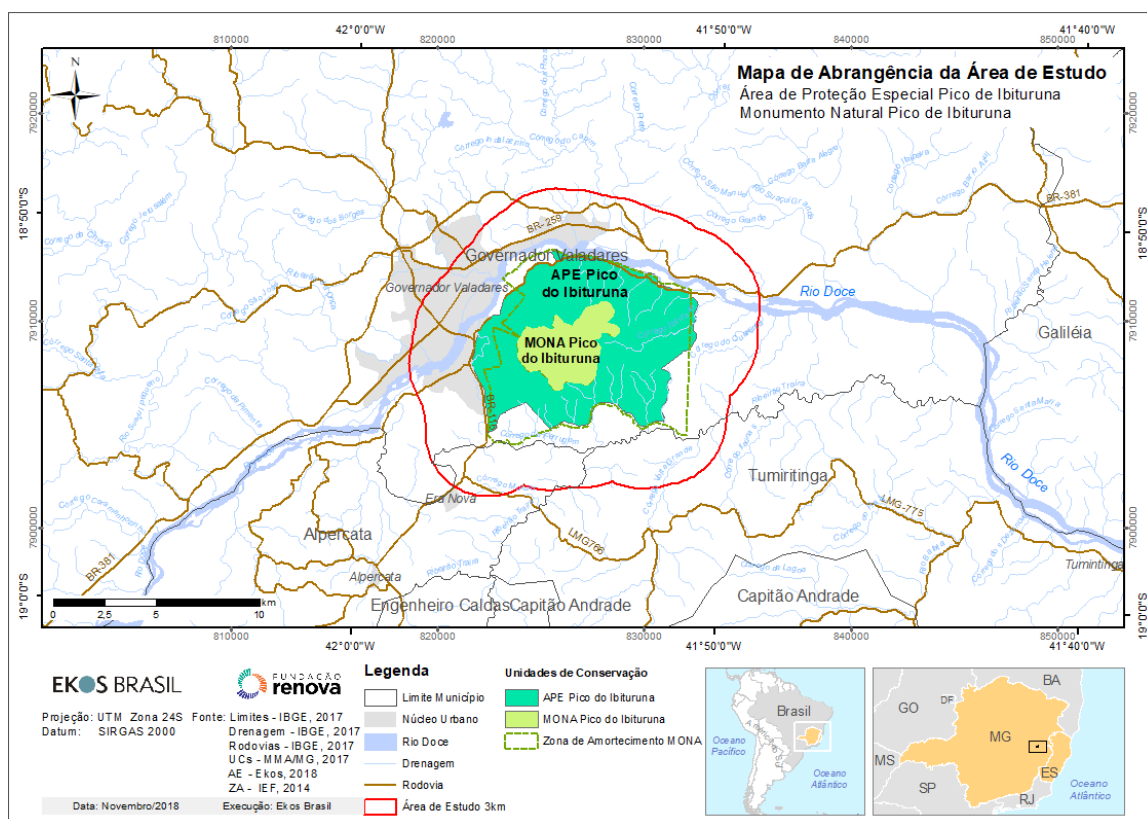
Para a fauna aquática e semi-aquática (peixes, mamíferos aquáticos e semi-aquáticos, aves aquáticas) serão consideradas as microbacias da região, bem como a calha do Rio Doce.

Com relação ao meio socioeconômico e cultural, as informações existentes, em grande parte, encontram-se agregadas por município e contribuem para a visão panorâmica, geral, mas podem dificultar a identificação de impactos pontuais sobre comunidades vizinhas às UCs, por não serem representativas das particularidades locais. Como os setores censitários localizados no raio das áreas de estudo podem oferecer informações significativas para os objetivos do diagnóstico, optou-se por incluí-los integralmente, o que produz alguns ajustes. Isso significa que para os levantamentos desta temática o raio de 3 km é o primeiro elemento de análise. A partir dele foram realizados ajustes considerando os limites dos setores censitários. Os demais, localizados fora do raio de 3 km, foram, a princípio, descartados da delimitação. Importante destacar que determinados fatores socioeconômicos e culturais, como eixo de estradas e suas conexões de locais ou territórios simbólicos de comunidades tradicionais, podem alterar alguns desses limites.

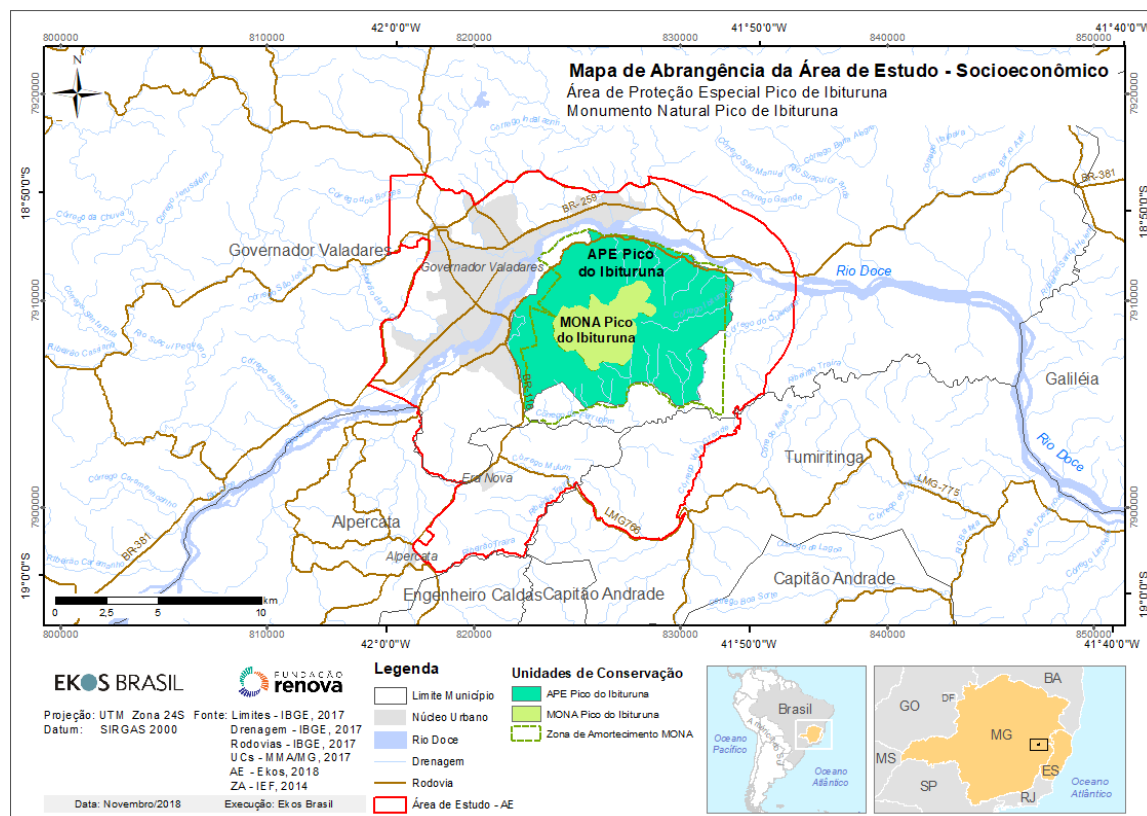
O MONA Pico do Ibituruna possui Zona de Amortecimento definida em sua Lei de criação (Lei nº 21.158, de 17 de janeiro de 2014), porém como parte da sua Zona de Amortecimento se sobrepõe à área de estudo da APE Pico do Ibituruna, foi definida uma única área de estudo para as duas unidades.

O Mapa 2 se refere à área de estudo do MONA Pico do Ibituruna para os meios físico e biótico. Já o Mapa 3 apresenta a área de estudo da UC para o meio socioeconômico e cultural, por sua vez o Mapa 4 apresenta a Zona de Amortecimento da UC.

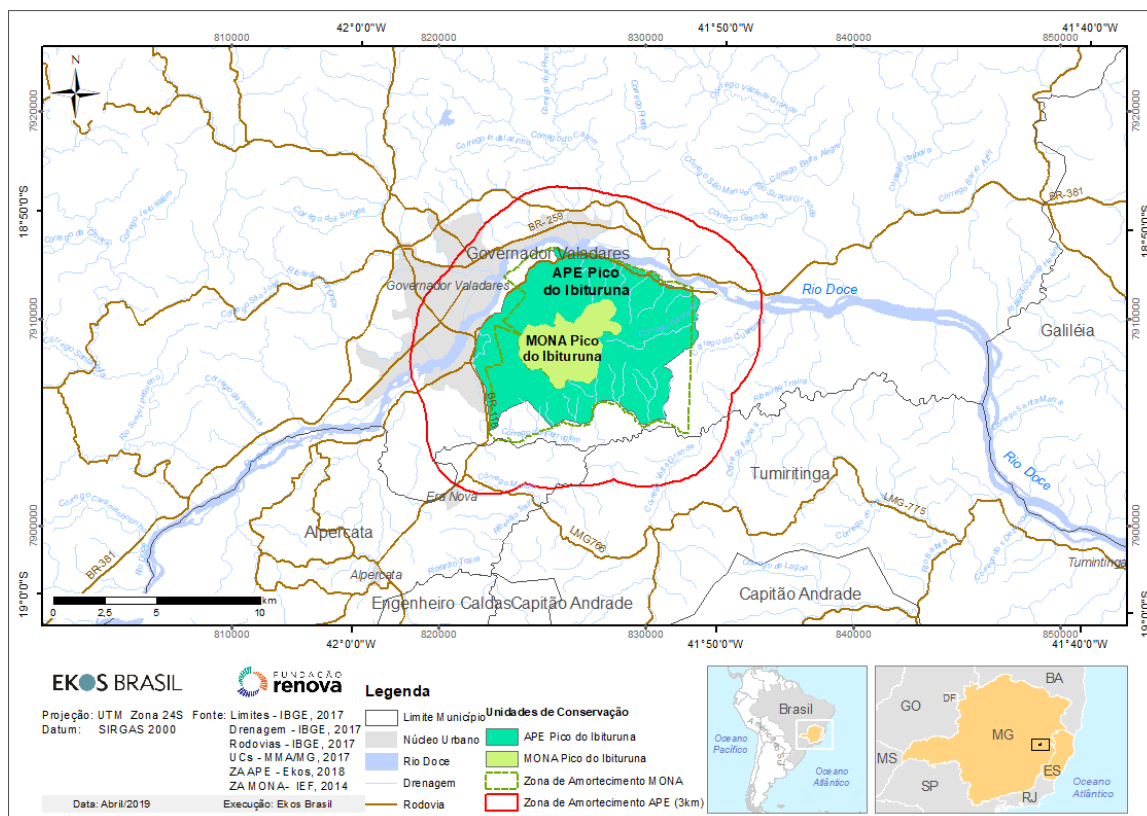
Mapa 2 - Área de estudo dos meios físico e biótico do MONA Pico do Ibituruna



Mapa 3 - Área de estudo do meio socioeconômico e cultural do MONA Pico do Ibituruna



Mapa 4 - Zona de Amortecimento do MONA Pico do Ibituruna



## 2.2 Forma da Construção da Base de Dados Geoespacial

O presente item aborda o método utilizado para o desenvolvimento e estruturação da base de dados geoespacial, mapeamento temático e etapas relacionadas ao levantamento de dados secundários.

Para o desenvolvimento de todo o trabalho, foi necessário realizar o levantamento, manipulação e compilação de uma grande quantidade de informações espaciais e descritivas que foram gerenciadas por um Sistema de Banco de Dados Geográfico (BDG), integrado a um Sistema de Informação Geográfica (SIG), o que permitiu organizar dados alfanuméricos, variáveis e atributos associados a uma base espacial com relações topológicas.

O trabalho referente ao SIG ocorreu durante todo o processo de elaboração do Diagnóstico de Linha de Base, Avaliação e o presente Relatório Final, sendo responsável pelo georreferenciamento de dados; obtenção, criação, organização, compilação, atualização e disponibilização dos dados geográficos e alfanuméricos do Monumento Natural Pico do Ibituruna; padronização da cartografia do projeto; e, produção dos mapas temáticos necessários a cada etapa.

Para estruturação do BDG, manipulação de dados, modelagem numérica de terreno e composição dos mapas foi adotado o software ArcMap®, componente de uma plataforma SIG denominada ArcGis®. Este é

um conjunto de softwares disponibilizados pelo *Environmental System Research Institute* – ESRI® a qual permite a construção e gestão de muitas variáveis espaciais e alfanuméricas em base unificada.

O Banco de Dados Geográfico (BDG) foi estruturado por meio do levantamento de informações secundárias disponíveis nas bases de dados espaciais de órgãos oficiais, como: Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-Sisema), Instituto Florestal Estadual - IEF, Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais (CPRM), Agência Nacional de Águas (ANA), Instituto Mineiro de Gestão de Águas (IGAM), Programa de Monitoramento Quali-Quantitativo Sistemático (PMQQS), Fundação Renova, Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais (CODEMIG), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais do Governo do Estado do Espírito Santo (INDE), Centro de Referência em Informação Ambiental da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (CRIA/ USP/ FAPESP) e SOS Mata Atlântica.

A estruturação do BDG também considerou a atualização de dados secundários como drenagem, vias de acesso, uso/ocupação e vegetação por meio da interpretação visual de imagens de satélite, fornecidas pela Fundação Renova. Os arquivos disponíveis que compõem o BDG e mapeamento correspondem aos temas apresentados nas Tabela 1, Tabela 2 e Tabela 3, referentes a cada etapa de desenvolvimento do trabalho.

Tabela 1 - Dados para composição do BDG/SIG na etapa do Diagnóstico Linha de Base

TEMA	FORMATO	FONTE	ESCALA
APE e MONA Pico Ibituruna (Área de estudo)	Polígono	Ekos, 2018	N.I.
APE e MONA Pico Ibituruna (UC)	Polígono	Renova, 2018	N.I.
Cobertura Vegetal	Polígono	IDE-Sisema, 2017; IEF, 2009	1:25.000
Curvas de nível	Linha	IDE-Sisema, 2017	1:25.000
Domínio hidrogeológico	Polígono	CPRM, 2010	1:500.000
Estações fluviométricas	Ponto	ANA, IGAM, PMQQS	N.I.
Estações hidrossedimentológicas	Ponto	ANA, IGAM, PMQQS	N.I.
Estruturas geológicas	Linha	CPRM, 2004	1:500.000
Geodiversidade	Polígono	CPRM, 2010	1:500.000
Geologia	Polígono	CPRM, 2010	1:500.000
Hidrografia principal	Polígono	IBGE, 2017	1:250.000
Hidrografia simples	Linha	IBGE, 2017	1:250.000
Índice de nodalidade	Ponto	Ekos, 2018	1:5.000
Limite América do Sul	Polígono	IBGE, 2017	1:250.000
Limite estados	Polígono	IBGE, 2017	1:250.000
Limite municípios	Polígono	IBGE, 2017	1:250.000
Mata Atlântica	Polígono	SOS Mata Atlântica, 2016	N.I.
Núcleo urbano	Polígono	IBGE, 2017	1:250.000
Pedologia	Polígono	INDE, 2016	1:250.000
Setores censitários	Polígono	IBGE, 2010	1:250.000
Uso	Polígono	IEMA, 2012/2015	1:25.000

Vias de acesso	Linha	IBGE, 2017/ Ekos, 2018	1:250.000
----------------	-------	------------------------	-----------

\*N.I. – Não informado

A Tabela 2 apresenta os dados que foram acrescentados e/ou atualizados na etapa do Diagnóstico de Avaliação.

Tabela 2 - Dados para composição do BDG/SIG na etapa do Diagnóstico de Avaliação

TEMA	FORMATO	FONTE	ESCALA
Área de Preservação Permanente (30m)	Polígono	Ekos, 2019	1:5.000
Área de Preservação Permanente (50m)	Polígono	Ekos, 2019	1:5.000
Área de Preservação Permanente (100m)	Polígono	Ekos, 2019	1:5.000
Área de Preservação Permanente (200m)	Polígono	Ekos, 2019	1:5.000
Área de Preservação Permanente (500m)	Polígono	Ekos, 2019	1:5.000
Curvas de nível	Linha	Renova, 2018	1:5.000
Dados Ictiofauna	Ponto	CRIA/USP/FAPESP	N.I.
Hidrografia principal (atualização)	Polígono	Ekos, 2018	1:5.000
Hidrografia secundária (atualização)	Linha	Ekos, 2018	1:5.000
Uso (atualização)	Polígono	Ekos, 2018	1:5.000
Vegetação (atualização)	Polígono	Ekos, 2018	1:5.000
Vias de acesso (atualização)	Linha	Ekos, 2018	1:5.000
Zona de Amortecimento (3km)	Polígono	Ekos, 2018	N.I.

A Tabela 3 apresenta os dados acrescentados na etapa final.

Tabela 3 - Dados para composição do BDG/SIG na etapa do Relatório Final

TEMA	FORMATO	FONTE	ESCALA
Área de Preservação Permanente Hidro APE e MONA	Polígono	Ekos, 2019	1:5.000
Área de Preservação Permanente Hidro Total	Polígono	Ekos, 2019	1:5.000
Área de Preservação Permanente Hidro ZA	Polígono	Ekos, 2019	1:5.000
Declividade >45° Total	Polígono	Ekos, 2019	1:5.000
Declividade >45° APE	Polígono	Ekos, 2019	1:5.000
Vegetação arbórea APE e MONA	Polígono	Ekos, 2019	1:5.000
Vegetação arbórea ZA	Polígono	Ekos, 2019	1:5.000
Vegetação arbórea Total	Polígono	Ekos, 2019	1:5.000

As imagens de satélites utilizadas foram adquiridas dos satélites RapidEye e Planet Scope disponibilizadas pela Fundação Renova.

O RapidEye, de origem alemã, é composto por uma constelação de cinco microssatélites que estão em operação desde o ano de 2008. Eles orbitam em altitude de 630 km e produzem imagens de 77,25 km de largura, com resolução espacial de 5 m. O sensor REIS (RapidEye Earth Image System) é responsável pelo imageamento da superfície da Terra em cinco faixas espectrais, com período de revisita de 24 horas (off-nadir) e 5,5 dias (nadir). A Tabela 4 apresenta as principais características.

Tabela 4 - Características do sensor REIS

<b>Bandas Espectrais</b>	<b>Resolução Espectral</b>	<b>Resolução Espacial</b>	<b>Resolução Temporal</b>	<b>Faixa Imageada</b>	<b>Resolução Radiométrica</b>
Azul	440 - 510 nm	6,5 m (nadir) e 5 m para ortoimagens	24 horas (off-nadir) e 5,5 dias (nadir)	77,25 km	12 bits
Verde	520 - 590 nm				
Vermelho	630 - 690 nm				
Red-Edge	690 - 730 nm				
Infravermelho próximo	760 - 880 nm				

Fonte: EMBRAPA (2013).

O Planet Scope consiste em uma constelação de 150 satélites que operam desde 2016. Eles orbitam em altitude de 475 km e produzem imagens de 24,6 x 6,4 km, com resolução espacial de 3,4 m. O sensor de quatro bandas espectrais imagea a superfície da Terra diariamente. A Tabela 5 apresenta as principais características.

Tabela 5 - Características do sensor do Planet Scope

<b>Bandas Espectrais</b>	<b>Resolução Espectral</b>	<b>Resolução Espacial</b>	<b>Resolução Temporal</b>	<b>Faixa Imageada</b>	<b>Resolução Radiométrica</b>
Azul	455 - 515 nm	3,5 m - 4 m (nadir)	Diariamente no nadir (2017)	24,6 km x 6,4 km	12 bits
Verde	500 - 590 nm				
Vermelho	590 - 670 nm				
NIR	780 - 860 nm				

Fonte: European Space Agency – ESA (2018).

As imagens utilizadas, fornecidas pela Fundação Renova, datam dos anos de 2015 (anterior ao rompimento da barragem), 2016 e 2018 (posteriores ao rompimento da barragem) conforme Tabela 6.

Tabela 6- Imagens utilizadas dos satélites RapidEye e Planet Scope

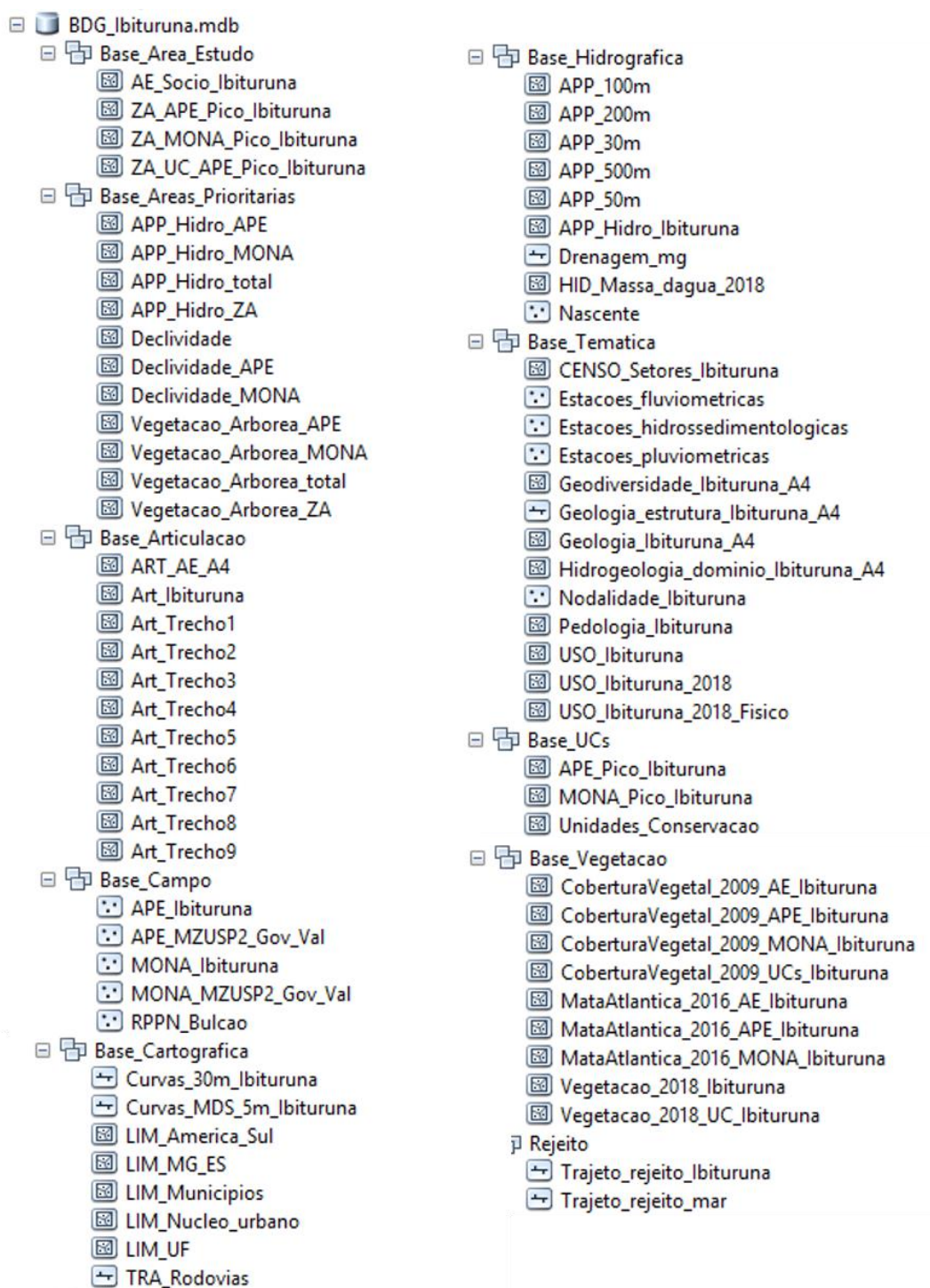
Satélite	Tipo	Cena	Resolução Espacial	Data
RapidEye	Mosaico	-	5 m	04.nov.2015
Planet Scope	Mosaico	-	3,4 m	2016
RapidEye	Imagem	123216-1025	5 m	04.nov.2018
		123217-1025		
		123218-1025		

Todos os dados foram padronizados pelo Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - SIRGAS 2000 (definido pela resolução n° 01/2005 do IBGE) e pela projeção Universal Transversa de Mercator - UTM, com área de estudo situada no Meridiano Central 45 e fuso 24S.

Após realizadas as etapas de compatibilização, processamentos, geração e edição de dados, os mesmos foram organizados em uma base digital única, como na figura Figura 1 - Organização do Banco de dados geográfico (BDG).



Figura 1 - Organização do Banco de dados geográfico (BDG)



Para a elaboração dos mapas, os layouts foram padronizados de acordo com as seguintes normas: NBR 10068/87 – Folhas de desenho layout e dimensões; NBR 10582 – Conteúdo da folha para desenho técnico e NBR 13142 – Dobramento de cópia. A padronização também considerou critérios de semiologia gráfica para a representação de cada atributo e os mapas foram elaborados em duas dimensões A4 e A3 em escala compatível com a informação a ser representada, e disponibilizada pelos órgãos oficiais.



Interpretação visual de imagens orbitais para obtenção dos dados de Uso e Cobertura da Terra e Vegetação

A interpretação foi realizada com base na identificação visual das áreas de uso e ocupação, baseada em indicadores chave como cor, textura e padrão, conforme Figura 2. Para isso, foram utilizadas as imagens do RapidEye de 04 de novembro de 2018, cenas 123216-1025, 123217-1025 e 123218-1025 de 5 m de resolução espacial, que compreende a área da Unidade de Conservação e Área de Estudo.

Figura 2 - Chave de interpretação visual de imagens de satélite

	<b>Cobertura:</b> Vegetação arbórea <b>Cor:</b> Verde escuro <b>Textura:</b> Rugosa <b>Padrão:</b> Irregular		<b>Cobertura:</b> Mineração <b>Cor:</b> Cinza claro/ Bege claro/ Branco <b>Textura:</b> Rugosa <b>Padrão:</b> Regular
	<b>Cobertura:</b> Cultura agrícola <b>Cor:</b> Verde médio <b>Textura:</b> Lisa <b>Padrão:</b> Regular Presença de talhões		<b>Cobertura:</b> Solo exposto <b>Cor:</b> Bege avermelhado <b>Textura:</b> Lisa <b>Padrão:</b> Irregular
	<b>Cobertura:</b> Vegetação campestre/ Pastagem <b>Cor:</b> Verde claro/ Amarronzado <b>Textura:</b> Lisa <b>Padrão:</b> Regular		<b>Cobertura:</b> Área edificada <b>Cor:</b> Cinza claro/Branco <b>Textura:</b> Rugosa <b>Padrão:</b> Regular Presença de quadras
	<b>Cobertura:</b> Rocha exposta <b>Cor:</b> Marrom <b>Textura:</b> Rugosa <b>Padrão:</b> Irregular		<b>Cobertura:</b> Massa d'água <b>Cor:</b> Marrom claro <b>Textura:</b> lisa <b>Padrão:</b> Irregular

## Áreas Prioritárias para Conectividade da Paisagem

Para o estabelecimento das áreas prioritárias para conectividade da paisagem quatro elementos foram considerados fundamentais no mapeamento, a saber:

1. Áreas de Preservação Permanente (APP) da hidrografia, lagos e nascentes;
2. Áreas de Preservação Permanente (APP) com declividade superior a 45°;
3. Área da Unidade de Conservação; e,
4. Áreas de Vegetação Arbórea.

Para a delimitação das áreas de APP, utilizou-se como critério a Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Lei Florestal) a qual estabelece as seguintes definições, conforme Art. 4º:

I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
- e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:

- a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;
- b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;

(...)

IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;

V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive.

Para a delimitação das áreas de APP referentes a hidrografia, lagos e nascentes foi gerado um buffer ao redor de cada feição, respeitando as larguras mínimas definidas pelo Código Florestal. Para a delimitação de áreas com declividade superior a 45°, foram utilizados os dados do mapa de declividade para extrair os polígonos das feições de encostas relativos a este valor. As Áreas de Vegetação Arbórea foram delimitadas com base na interpretação visual de imagens de satélite cedidas pela Fundação Renova.

## Mapeamento temático

Os mapas temáticos gerados para a Unidade de Conservação Monumento Natural Pico do Ibituruna, estão relacionados de acordo com a demanda de cada equipe temática e subdivididos por etapas de realização dos trabalhos, como apresentado nas Tabela 7, Tabela 8 e Tabela 9.

Tabela 7 - Mapas da etapa do Diagnóstico Linha de Base

MAPA		LAYOUT
<b>Geral</b>		
Mapa 1	Localização das Unidades de Conservação do Projeto	A4/ A3
Mapa 2	Área de estudo dos meios físico e biótico	A4/ A3
Mapa 3	Área de estudo do meio socioeconômico e cultural	A4/ A3
<b>Meio Físico</b>		

Mapa 4	Localização das estações pluviométricas em relação às áreas de estudo	A4/ A3
Mapa 5	Mapa de Geologia da área de estudo	A4/ A3
Mapa 6	Unidades hidrogeológicas	A4/ A3
Mapa 7	Unidades geomorfológicas da área de estudo	A4/ A3
Mapa 8	Drenagem da MONA e zona de amortecimento	A4/ A3
Mapa 9	Mapa de hipsometria da área de estudo	A4/ A3
Mapa 10	Mapa de declividade da área de estudo	A4/ A3
Mapa 11	Localização das estações fluviométricas em relação às áreas de estudo	A4/ A3
Mapa 12	Tipos de solo na área de estudo	A4/ A3
<b>Meio Biótico</b>		
Mapa 13	Mapa de Vegetação e bacia do Rio Doce	A4/ A3
Mapa 14	Mapa da cobertura vegetal da área de estudo	A4/ A3
Mapa 15	Uso e ocupação do solo da área de estudo	A4/ A3
<b>Socioeconômico</b>		
Mapa 16	Mapa de nodalidade	A4/ A3
Mapa 17	Mapa de uso e ocupação da terra da área de estudo	A4/ A3
Mapa 18	Setores Censitários da MONA	A4/ A3

Tabela 8 - Mapas da etapa do Diagnóstico de Avaliação

<b>MAPA</b>		<b>LAYOUT</b>
<b>Geral</b>		
Mapa 1	Localização das Unidades de Conservação do Projeto	A4/ A3
Mapa 2	Área de estudo dos meios físico e biótico	A4/ A3
Mapa 3	Área de estudo do meio socioeconômico e cultural	A4/ A3
Mapa 4	Zona de Amortecimento da UC Pico do Itituruna	A4/ A3
<b>Meio Físico</b>		
Mapa 5	Localização das estações pluviométricas em relação às áreas de estudo	A4/ A3
Mapa 6	Mapa de Geologia da área de estudo	A4/ A3
Mapa 7	Unidades hidrogeológicas	A4/ A3
Mapa 8	Unidades geomorfológicas da área de estudo	A4/ A3
Mapa 9	Drenagem da MONA e zona de amortecimento	A4/ A3
Mapa 10	Mapa de declividade da área de estudo	A4/ A3
Mapa 11	Mapa de hipsometria da área de estudo	A4/ A3
Mapa 12	Localização das estações fluviométricas em relação às áreas de estudo	A4/ A3
Mapa 13	Tipos de solo na área de estudo	A4/ A3
<b>Meio Biótico</b>		
Mapa 14	Mapa de Vegetação e bacia do Rio Doce	A4/ A3
Mapa 15	Mapa da cobertura vegetal da área de estudo	A4/ A3
Mapa 16	Uso e ocupação do solo da área de estudo	A4/ A3
<b>Socioeconômico</b>		

Mapa 17	Mapa de nodalidade	A4/ A3
Mapa 18	Setores Censitários da MONA	A4/ A3
<b>Lacunas</b>		
Mapa 19	Distribuição espacial das localidades para levantamento de dados secundários	A4/ A3

Tabela 9 - Mapas da etapa do Relatório Final

MAPA		LAYOUT
<b>Geral</b>		
Mapa 1	Localização das Unidades de Conservação do Projeto	A4/ A3
Mapa 2	Área de estudo dos meios físico e biótico	A4/ A3
Mapa 3	Área de estudo do meio socioeconômico e cultural	A4/ A3
Mapa 4	Zona de Amortecimento da MONA Pico do Ibituruna	A4/ A3
<b>Meio Físico</b>		
Mapa 5	Localização das estações pluviométricas em relação às áreas de estudo	A4/ A3
Mapa 6	Mapa de Geologia da área de estudo	A4/ A3
Mapa 7	Unidades hidrogeológicas	A4/ A3
Mapa 8	Unidades geomorfológicas da área de estudo	A4/ A3
Mapa 9	Drenagem da APE e zona de amortecimento	A4/ A3
Mapa 10	Mapa de declividade da área de estudo	A4/ A3
Mapa 11	Mapa de hipsometria da área de estudo	A4/ A3
Mapa 12	Localização das estações fluviométricas em relação às áreas de estudo	A4/ A3
Mapa 13	Tipos de solo na área de estudo	A4/ A3
<b>Meio Biótico</b>		
Mapa 14	Mapa de Vegetação e bacia do Rio Doce	A4/ A3
Mapa 15	Mapa da cobertura vegetal da área de estudo	A4/ A3
Mapa 16	Uso e ocupação do solo da área de estudo	A4/ A3
<b>Socioeconômico</b>		
Mapa 17	Mapa de nodalidade	A4/ A3
Mapa 18	Setores Censitários da MONA	A4/ A3
<b>Lacunas</b>		
Mapa 19	Distribuição espacial das localidades para levantamento de dados secundários	A4/ A3
<b>Propostas</b>		
Mapa 20	Áreas Prioritárias para Conectividade da Paisagem	A4/ A3

### **3 CARACTERIZAÇÃO DO MONUMENTO NATURAL PICO DO IBITURUNA**

O Monumento Natural Pico do Ibituruna<sup>2</sup> foi criado em dois momentos distintos. No primeiro, a Constituição do Estado de Minas Gerais tombou para fins de conservação e declarou como monumento natural, entre outros, o Pico do Ibituruna. Estabeleceu, ainda, que no prazo de 360 dias a contar da promulgação da Constituição, seria providenciada a demarcação da Unidade de Conservação, cujos limites seriam definidos por lei (MINAS GERAIS, 2018). O segundo momento se deu em resposta à atuação do Ministério Público do Estado de Minas Gerais que, por meio de inquérito civil e ação civil pública, constatou que o Estado de Minas Gerais e o IEF não estavam cumprindo a legislação ambiental federal e de âmbito geral sobre unidades de conservação e pediu a condenação do Estado e do IEF. Em 2011 o IEF assumiu perante o MP-MG a responsabilidade pelas ações necessárias para criação da Unidade de Conservação conforme legislação vigente (Lei Federal 9.985/2000) e adequação à Constituição Estadual de Minas Gerais (MINAS GERAIS, 2012).

Há de se observar que sobre a mesma área recaem outros dois diplomas legais voltados à conservação:

- De acordo com o Decreto Estadual 22.662 de 14/01/1983, o Pico do Ibituruna é uma Área de Proteção Especial - APE Estadual;
- De acordo com as Leis Municipais 3.667/92 e 3.530/92, o Pico do Ibituruna é uma Área de Proteção Ambiental Municipal.

O documento intitulado Proposta de Criação do Monumento Natural Estadual Pico da Ibituruna, elaborado para dar continuidade às ações necessárias para a adequação da UC, indica que a definição da área como monumento natural, Unidade de Conservação do grupo de proteção integral prevista no SNUC (Lei 9.985/2000), resolveria a questão da sobreposição, pois o MONA é categoria de manejo que possibilita “maior proteção à área do que as categorias APE e APA, que são de uso sustentável” (Minas Gerais, 2012, p 26)<sup>3</sup>.

Dentre as principais justificativas para a escolha da categoria de manejo Monumento Natural, o referido documento aponta:

- O fato de a área já ser tombada para fins de conservação pela Constituição Estadual de 1989 como Monumento Natural;
- A importância dos mananciais dos recursos hídricos, fonte de abastecimento de água para a população local;
- Maior remanescente florestal contínuo de Mata Atlântica do Município;
- Reduzida porcentagem de vegetação nativa na região, caracterizando-se como fator de influência no microclima local;
- Área considerada de vulnerabilidade natural e prioridade de conservação no ZEE/MG – Zoneamento Ecológico e Econômico do Estado de Minas Gerais;

---

<sup>2</sup> A UC é chamada de Pedra da Ibituruna, Pedra de Ibituruna e Pedra do Ibituruna. A Constituição Estadual, que tomba várias áreas e declara como monumento natural, nomina como Pico do Ibituruna. A UC também é assim chamada pela Lei nº 21.158, de 17 de janeiro de 2014, que estabelece os limites do MONAE.

<sup>3</sup> Áreas de Proteção Especial não são legalmente consideradas unidades de conservação e encontram-se estabelecidas no âmbito de legislação que tem por objeto disciplinar regramentos para o parcelamento do solo urbano, exigindo do poder público atenção especial à determinados espaços territoriais que, em virtude da relevância de seus atributos ambientais, culturais, paisagísticos, históricos, científicos e outros, devem gozar de uma proteção singular, que imponha limitações às ações desregradadas, típicas da natureza humana, a fim de garantir a perpetuidade deste espaço, a bem da sadia qualidade de vida da coletividade (Lei Federal nº 6.766/1979) (Costa, 2013)

- Presença de espécies vulneráveis na lista de espécies da fauna em extinção, conforme DN – Deliberação Normativa 147/2010, como *Leopardus pardalis*;
- Ocorrência de várias espécies de mamíferos de médio e grande porte, além de grande riqueza de aves, répteis, anfíbios e invertebrados;
- Turismo consolidado com potencial de ampliação;
- Adequação legal à constituição estadual e à Lei nº 19.484/2011<sup>4</sup>;
- Resolução de conflito de sobreposição de áreas protegidas.

A Lei nº 21.158, de 17 de janeiro de 2014 cria o MONA Pico do Ibituruna, com área de 1.076,2 ha (e perímetro de 18.476,02 m). Também é estabelecida a Zona de Amortecimento, com área de 6.057,5 ha e perímetro de 60.089,76 m. Atribui ao Instituto Estadual de Florestas (IEF) a administração do MONA e estabelece o prazo de 180 dias após a publicação da Lei para a constituição do Conselho Consultivo da UC (MINAS GERAIS, 2014). A Lei que criou o MONA não promoveu a reavaliação da APE para o enquadramento no Monumento Natural, conforme previsto na Lei nº 19.484 de 12/01/2011, corroborado posteriormente pela Lei nº 20.922, de 16 de outubro de 2013.

O Monumento Natural é uma categoria de Unidade de Conservação de proteção integral definida pelo SNUC. Essas unidades são criadas com a finalidade de preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica. Podem ser constituídas por áreas particulares, desde que seja possível compatibilizar os objetivos da unidade com a utilização da terra e dos recursos naturais do local pelos proprietários. Havendo incompatibilidade entre os objetivos da área e as atividades privadas, ou não havendo aquiescência do proprietário às condições propostas pelo órgão responsável pela administração da unidade para a coexistência do Monumento Natural com o uso da propriedade, a área deve ser desapropriada, de acordo com o que dispõe a lei. A visitação pública e o uso estão sujeitos às condições e restrições estabelecidas no plano de manejo da unidade, às normas estabelecidas pelo órgão responsável por sua administração e àquelas previstas em regulamento.

O MONA Pico do Ibituruna está inserido na região do Médio Rio Doce, no perímetro urbano do Município de Governador Valadares, à sudoeste da cidade, na margem direita do Rio Doce. Em 2010, de acordo com dados do Censo, o município possuía população total de 263.689 habitantes, com área de 2.343,9 km<sup>2</sup>.

A UC possui 83 nascentes, além de brejos, represas, reservatórios e lagoas (Henriques 2009, IEF 2012, Felicori et al. 2018). Destaque deve ser dado à importância da área na preservação de mananciais e recursos hídricos da região do Rio Doce, considerando as diversas nascentes presentes na área do Pico, a proximidade com território urbano e a fonte de abastecimento de água para a população local.

A área de estudo é representada pelo predomínio de relevo montanhoso com amplitudes topográficas que podem chegar até 2.000 m de altura e fortes declividades. No local, essa unidade de relevo é representada pelo Pico do Ibituruna, com 1.123 m de altitude. Ao redor do Pico, a paisagem é composta por colinas dissecadas e morros rebaixados, de baixa declividade e amplitudes topográficas de até 80 m. Logo abaixo, os terrenos da porção noroeste, norte e nordeste são ocupados pela planície fluvial do Rio Doce.

No médio e baixo Rio Doce o clima é caracterizado como quente com chuvas de verão. As temperaturas são elevadas na maior parte do ano, o período chuvoso ocorre nos meses mais quentes do ano (de outubro a março) e o período seco ocorre nos meses mais frios (de abril a setembro).

---

<sup>4</sup> O art. 126 da Lei nº 20.922, de 16/10/2013, revogou esta lei.

O MONA encontra-se inserido no domínio fitogeográfico da Mata Atlântica. Originalmente a região era recoberta por Floresta Estacional Semidecidual, porém atualmente grande parte foi substituída por pastagens (devido à exploração madeireira e o avanço da atividade pecuária). O MONA, juntamente com a APE, compõe o maior remanescente florestal contínuo do município de Governador Valadares.

O Diagnóstico de Linha de Base identificou a possível presença no MONA de: 300 espécies vegetais; 21 espécies de pequenos mamíferos terrestres, 44 quirópteros e 37 espécies de mamíferos de médio e grande porte; 69 espécies de aves; 44 espécies de peixes; 38 espécies de anfíbios e 42 de répteis, sendo 13 lagartos, uma anfisbena, 26 serpentes, um cágado e um jacaré.

O Pico do Ibituruna é o principal atrativo da região e sempre foi um marco referencial. De acordo com a Proposta de Criação do Monumento Natural Estadual Pico da Ibituruna, a historiografia relata que os Bandeirantes o tinham como referência para orientação geográfica na mata. Por sua vez, a origem do nome do Pico se deve aos povos indígenas que habitavam a região: em tupi-guarani Ibituruna assume vários significados, como Nuvem Negra, Montanha Escura, Terra Alta e Preta, Serra da Pedra Preta (IEF, 2012).

As massas de ar quente que se formam em torno do Pico do Ibituruna propiciam a prática do vôo livre, a área de estudo é famosa pela prática do esporte, de maneira que a cidade de Governador Valadares é conhecida como capital mundial do vôo livre (IEF, 2012).

A imponência do Pico do Ibituruna na paisagem da cidade coloca-o em lugar de destaque, seja no reconhecimento da sociedade local, que o vê como fator de identidade do grupo, seja nas políticas de proteção do patrimônio histórico, cultural e paisagístico. O Pico é tombado como patrimônio paisagístico na Constituição Estadual (MINAS GERAIS, 2018) e nas categorias *conjunto arquitetônico e paisagístico* e *bens imóveis* pelo município de Governador Valadares.

Presente visualmente no cotidiano da cidade, o Pico tem sua imagem reproduzida repetidamente no meio urbano o que reafirma e reforça sua presença. É retratado como *símbolo*, em detrimento de outros elementos identificadores e também o principal argumento para divulgação do turismo e da própria cidade (MACIEL, 2011). A autora resume a importância do Pico para a população local, como testemunho, na paisagem atual, da história social, cultural, econômica e política do lugar.

Envolto por contradições, histórias e estórias, o Pico do Ibituruna se apresenta em uma diversidade de formas de apropriação no sentido funcional e também simbólico. Teve sua paisagem modificada, por várias gerações, pelas ações e pelo olhar; pelas representações visuais e mentais, expressas de diferentes maneiras e em diferentes tempos; por discursos inventados, reinventados, reproduzidos, que o reforçam enquanto marco no imaginário social (MACIEL, op. cit., p. 79).



## 4 LINHA DE BASE

A construção da linha de base se deu através da caracterização ambiental das Unidades de Conservação e de seu entorno, verificando as condições ambientais anteriores ao rompimento da Barragem de Fundão, o que possibilita a avaliação de potenciais impactos em função do rompimento da barragem de Fundão.

A linha de base é ferramenta fundamental para o desenvolvimento do projeto, de maneira que a identificação e avaliação de impactos deve se respaldar em uma compreensão qualificada do potencial ambiente afetado.

A Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) tem larga experiência em estudos de desastres na América Latina e Caribe e desenvolveu uma metodologia para medição dos efeitos e impactos demográfico, social, econômico e ambiental de desastres. De acordo com a CEPAL (2014), a medição dos impactos deve ser realizada tendo como referência a situação prévia ao acontecimento do desastre.

Para a mensuração dos impactos provenientes de um desastre é necessário analisar a situação e condições ambientais preexistentes, considerando as vulnerabilidades e capacidade de resiliência do sistema e a degradação ambiental existente anteriormente, e identificando o papel do ambiente na mitigação ou intensificação do dano.

Ainda de acordo com a CEPAL (2003), a avaliação dos impactos deve iniciar preferencialmente quando as atividades emergenciais pós desastre (ações necessárias ao salvamento de vidas e provisão de fornecimentos de caráter essencial às pessoas afetadas) se completarem ou estão por finalizar. Tal avaliação tem como objetivo identificar as necessidades e prioridades para a fase de reconstrução, ou seja, a reordenação do espaço físico, alocando os recursos necessários às prioridades ambientais, sociais e econômicas.

Diante da bibliografia referencial para Avaliação de Impactos, Sánchez (2013) trata sobre estudos de base para empreendimentos em fase de licenciamento, de maneira a prever e monitorar impactos. Mas, neste caso, compreende-se que tais considerações a respeito dos estudos de base se aplicam como referência para a construção de linha de base para avaliação dos impactos decorrentes do rompimento da Barragem de Fundão.

Os estudos de base são centrais, de maneira que o diagnóstico das condições ambientais anteriores são referência para comparação entre a situação anterior e pós-rompimento. É em torno dos estudos de base que giram a organização dos trabalhos de campo, de maneira a verificar e aprofundar informações, e a produção do diagnóstico ambiental.

De acordo com Sánchez (2013) o estudo de base deve ser focado no levantamento de componentes e processos dos meios físico, biótico e antrópico e suas interações. Não são, portanto, acúmulo de informações disponíveis e não se limitam a uma descrição estática do ambiente, abordando a dinâmica ambiental das áreas.

Da mesma maneira a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD) (2006) enfatiza que a construção da linha de base é mais do que um inventário, precisa ser elaborada de maneira estratégica, coletando e organizando informação selecionada, atendendo às necessidades para avaliação dos impactos. Dessa forma, o diagnóstico deve dar especial atenção aos sistemas e serviços ecológicos, capacidade de resiliência e vulnerabilidade do sistema, estoques ativos naturais, áreas sensíveis, habitats críticos e componentes valiosos dos ecossistemas.



A construção da linha de base se dá através da compilação de informações úteis, suficientes, confiáveis e quantitativas e da investigação das condições anteriores ao evento. Ou seja, a partir do levantamento e sistematização de informações secundárias disponíveis em documentos oficiais, relatórios e Notas Técnicas, documentos das próprias unidades (planos de manejo, decretos e estudos de criação), trabalhos acadêmicos, artigos científicos e outros materiais cabíveis. Posteriormente, as verificações em campo contribuirão para confirmação das informações e a magnitude e/ou extensão dos impactos.

A metodologia da caracterização das unidades e avaliação dos impactos tem como base as perguntas orientadoras elaboradas em conjunto com os órgãos gestores das UCs. As perguntas orientadoras contribuíram para determinar o levantamento e a profundidade do estudo necessário. E o mesmo ocorreu de forma contrária: a caracterização das Unidades de Conservação também contribui para o levantamento de quais foram as questões-chave para identificação e avaliação dos impactos.

Sánchez (2013) afirma que quanto mais se conhece sobre um ambiente, maior é a capacidade de identificar e avaliar impactos. Da mesma forma, quanto menos se sabe sobre um ambiente, maior é o potencial de um empreendimento causar impactos, devido ao desconhecimento dos processos ambientais e da vulnerabilidade ou resiliência do ambiente.

A construção da linha de base pode encontrar limites importantes caso seja constatada a indisponibilidade ou a falta de dados e informações necessárias sobre as condições ambientais anteriores ao rompimento da Barragem. Neste caso, dados coletados a partir das observações humanas sobre as condições passadas podem ser úteis para a caracterização das Unidades de Conservação.

A percepção humana não pode deixar de ser um aspecto levado em consideração na análise, pois em última instância, são os sujeitos afetados pelos impactos e pelas ações de reparação, contudo esses tipos de dados precisam ser utilizados com racionalidade para evitar distorções sobre a avaliação.

Conclui-se, portanto, que a construção da linha de base parte do levantamento e compilação de dados secundários sobre as condições ambientais das Unidades de Conservação anteriormente ao rompimento da Barragem de Fundão; utiliza as percepções humanas sobre tais condições como método complementar, principalmente quando constatada a falta de dados; e adota dados mais amplos da Bacia do Rio Doce de maneira a consolidar a caracterização das Unidades de Conservação com a maior precisão possível.

## **4.1 Linha de Base do Meio Físico**

### **4.1.1 Aspectos Metodológicos**

O Diagnóstico do meio físico fornecerá as primeiras informações necessárias à busca por respostas para as perguntas orientadoras relacionadas direta ou indiretamente com as alterações físicas potenciais que possam ter ocorrido na UC mediante o rompimento da Barragem de Fundão. Tendo como base o Anexo V, as perguntas que se relacionam ao meio físico são:

- (a) Com a chegada da lama de rejeitos no Rio Doce, litoral do ES e litoral sul da Bahia, qual área da UC foi atingida?
- (b) Com a chegada da lama de rejeitos na UC, qual componente ou compartimento dos meios físicos e/ou biótico foi afetado. Além disso, mapa das UCs e Zona de Amortecimento
- (c) Quais evidências apontam que a lama foi depositada ou interferiu no ambiente?
- (d) A presença da lama nas áreas atingidas causou alguma alteração física, biológica ou de utilização socioeconômica dos seus recursos?
- (g) Quais áreas (mapeamento das mesmas com geração de dados georreferenciados) no interior da UC e em sua Zona de Amortecimento foram diretamente afetadas pela lama? Nestas áreas quais as porções em que a lama ficou depositada (substrato, margens, solo, vegetação, etc.)? Qual a evolução da situação desde o rompimento da barragem até os dias atuais?
- (h) Nas áreas em que a lama ficou depositada, quais as alterações físicas, químicas e biológicas observadas? A lama afetou áreas de reprodução de espécies aquáticas e anfíbios? Quais espécies foram afetadas (destaque para espécies raras, endêmicas ou ameaçadas cuja ocorrência foi registrada na UC e sua Zona de Amortecimento)? A deposição de lama afetou a áreas de forrageamento e reprodução de espécies de aves aquáticas ou migratórias? Quais espécies foram afetadas (destaque para espécies raras, endêmicas ou ameaçadas cuja ocorrência foi registrada na UC e sua Zona de Amortecimento)?
- (i) Quais as técnicas recomendadas para recuperação ou restauração das áreas afetadas? Há viabilidade da dragagem de alguns pontos onde o depósito de lama promove alterações drásticas que prejudicam a reprodução ou o fluxo de fauna? No caso de afetação de vegetação, haja vista que a lama altera o substrato comprometendo a regeneração natural, quais as estratégias recomendadas para recuperação dessas áreas?
- (j) Haja vista que a recuperação de APPs pode ser uma estratégia para otimizar processos de recarga, redução de assoreamento e aumento de habitats para as populações aquáticas afetadas, quais áreas de APP nas UCs afetadas e em suas zonas de amortecimento poderiam ser recuperadas (mapeamento georreferenciado)? Quais as técnicas/ações recomendadas, na perspectiva de melhorar a qualidade da água e aumentar as áreas potenciais para reprodução de peixes, anfíbios e crustáceos de água doce?
- (l) Quais atividades na sub-bacia em que está localizada a UC concorrem para o agravamento dos impactos do rompimento da barragem (ex: erosão, geração efluentes líquidos, desmatamento, formas de uso da terra não sustentáveis como agricultura quimificada e demais agentes poluidores etc.)? Quais medidas na gestão das atividades produtivas ou na gestão do território poderiam ser utilizadas para mitigar tais impactos? Qual o histórico de uso e ocupação da terra na região até o rompimento da Barragem de Fundão, em particular na UC e seu entorno? Quais os programas e planos públicos e privados, previstos para a região?
- (m) Com relação à alteração da qualidade da água, quais parâmetros foram alterados pelo rompimento da barragem? Observação: considerar as coleções de água afetadas, as coleções de água incluídas nas UCs afetadas e as águas subterrâneas. Que medidas devem ser adotadas para reverter ou mitigar essa situação?
- (n) Qual o impacto da alteração da qualidade da água e substrato do Rio Doce (e demais corpos d'água afetados) em termos limnológicos? Quais os desdobramentos dessas alterações nos processos e populações dos ambientes terrestres a que estão associados?
- (o) Quais impactos (identificáveis e potenciais) do aumento da turbidez e demais alterações na qualidade da água do Rio Doce (e demais corpos de água) na riqueza, diversidade e dominância das espécies aquáticas de invertebrados e vertebrados (destaque para peixes, anfíbios e crustáceos de água doce)? Quais espécies de peixes e anfíbios foram eliminadas, ou tiveram suas populações muito reduzidas (destaque para espécies raras, endêmicas e ameaçadas)?

Para iniciar o processo de busca por respostas das perguntas orientadoras apresentadas, entende-se que é necessário que haja um primeiro esclarecimento sobre o que se pretende identificar de alteração no meio físico da área de estudo, tendo em vista que a construção da Linha de Base e as possíveis modificações na paisagem causadas pelo rompimento da Barragem de Fundão precisam estar relacionadas com o tipo de material e processos que podem ter desencadeado impactos potenciais no meio físico da UC.

Por isso, antes dos resultados da Linha de Base, apresentar-se-á, de forma sintética, um primeiro levantamento sobre a qualidade do rejeito da Barragem de Fundão e características de seu comportamento uma vez injetado na rede hidrográfica da bacia do Rio Doce. Esse primeiro levantamento partiu dos conceitos e características físicas e químicas do rejeito de minério de ferro da Barragem de Fundão, identificado pelos trabalhos de Saadi e Campos (2015), Felipe et al. (2016a) e MPF (2017a).

Desse tópico em diante são apresentados os resultados da caracterização da Linha de Base dos aspectos físicos que compõem a área de estudo. Após a construção dessa base e mediante os resultados dos levantamentos secundários, foram inseridos dados e informações mais recentes (posteriores ao rompimento da barragem de Fundão) que contribuíram com a análise das condições atuais da paisagem e identificação prévia dos impactos potenciais no meio físico. A metodologia utilizada foi sistematizar, setorizar e interpretar bases de dados já consolidadas em Relatórios Técnicos, Programas da Fundação Renova e outras bibliografias. Portanto, os resultados são em função do acesso às informações sobre o comportamento dos fatores físicos-ambientais na Unidade de Conservação e sua Zona de Amortecimento, considerando o contexto geográfico regional do médio-baixo Rio Doce no que tange aos aspectos climáticos, geológicos, hidrológicos (águas subterrâneas e de superfície), geomorfológicos, hidrográficos, limnológicos e pedológicos.

O médio-baixo Rio Doce, segundo Eletrobras/IPH (1992), engloba a porção da bacia do Rio Doce onde está inserido o Monumento Natural Pico da Ibituruna, em Governador Valadares (Minas Gerais), e se estende até sua desembocadura, no litoral do estado do Espírito Santo.

A seguir, serão apresentados procedimentos específicos para análise de cada componente da paisagem na área de estudo, considerando sua importância e possibilidades de interação com o rejeito ejetado no Rio Doce.

## Clima

As características climáticas de um ambiente condicionam a distribuição e quantidade de água que precipita nos sistemas, desencadeando diferentes processos erosivos e hidrológicos que contribuem para a formação dos fluxos de água e materiais transferidos entre os compartimentos das bacias hidrográficas (CARVALHO, 2017; MPF, 2017, 2017a). Na análise climática da área de estudo foram elencadas informações gerais sobre o tipo climático, temperatura e pluviosidade baseado na compilação de informações disponíveis em relatórios técnicos e documentos sobre as condições macroclimáticas (classificação climática de Köppen) que atuam na bacia do Rio Doce.

Também foram realizadas análises em escalas mesoclimáticas a partir de dados levantados por estações automáticas da rede de monitoramento pluvial da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), localizadas entre o trecho médio-baixo Rio Doce. A análise dos dados foi dividida em dois momentos, considerando o período histórico e recente. No primeiro, feita a caracterização da média da pluviosidade mensal com base em séries históricas entre o período de 1985 até final de 2015 (MPF, 2017, 2017a). Já para

a análise mais recente, foi realizada a análise da precipitação pluvial mensal total dos períodos chuvosos (entre outubro a março) dos anos de 2015, 2016, 2017 e 2018. O destaque para o período chuvoso se deve por duas questões: (i) o rompimento da Barragem de Fundão ocorreu na época de em que há um aumento da pluviosidade na bacia (novembro de 2015); e (ii) de acordo com a literatura pesquisada durante o período de chuvas, ocorre o aumento da vazão e da remobilização de sedimentos marginais e de fundo desta bacia, afetando outros parâmetros hidrossedimentológicos e de qualidade da água, como sólidos suspensos e turbidez (MPF, 2017, 2017a; GOLDER, 2018).

A análise da pluviosidade enfatizou a observação do comportamento da estação mais próxima da UC, sendo os resultados desta posteriormente comparados ao comportamento das outras três estações avaliadas. Além de identificar a quantidade de chuvas nesses locais, esses dados subsidiaram a interpretação de outros aspectos físicos, tais como relacionados a hidrologia.

## **Geologia**

O fator geológico é responsável pelo condicionamento estrutural da geomorfologia da bacia e, portanto, pela hidrografia de superfície. Por sua influência na configuração desse modelo, foi feita a caracterização do contexto geológico e das unidades estratigráficas onde está situada a Unidade de Conservação em estudo e sua Zona de Amortecimento. Essa caracterização foi realizada com base no levantamento de informações de relatórios técnicos, diagnósticos sobre a geodiversidade regional e com base em mapeamentos realizados pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. A escala de análise das unidades litoestratigráficas foi 1:500.000.

## **Hidrogeologia**

Os reservatórios de águas subterrâneas são formados pela água que infiltra e se acumula nos vazios interconectados das rochas. Essa água se desloca lentamente por entre os sedimentos, grãos e fissuras, vindo a alimentar as nascentes. Assim sendo, o estudo das águas subterrâneas (hidrogeologia) contribui com informações sobre o comportamento das águas superficiais (MPF, 2017a).

Por isso foi feita a caracterização das águas subterrâneas da MONA Pico do Ibituruna, considerando sua localização em relação a bacia do Rio Doce, em especial no seu médio-baixo curso. Tendo em vista que o foco é a identificação de impactos potenciais originados pelo rompimento da Barragem de Fundão nas águas de subsuperfície, e considerando que não existem informações suficientes para realização de uma análise setorizada das águas subterrâneas da bacia (CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME, 2010; MPF, 2017, 2017a), essa caracterização foi elaborada a partir da setorização de dados secundários, informações científicas e acervos técnicos sobre as condições hidrogeológicas e hidroquímicas da área em estudo. A escala de análise das unidades hidrogeológicas foi 1:500.000.

## **Geomorfologia**

Através da geomorfologia identifica-se a relação do relevo com os fatores que controlam a drenagem (geologia) e os fatores funcionais (clima) que condicionam e modelam determinada unidade de paisagem

(CARVALHO, 2017). A análise do relevo utilizou diferentes escalas de mapeamento e informações oriundas de pesquisas científicas e levantamentos de órgãos oficiais.

Em um primeiro momento foi feita uma caracterização geral do relevo da Unidade de Conservação e sua Zona de Amortecimento, utilizando como base o levantamento da CPRM (2010). A partir desse levantamento foi feita a complementação das características geomorfológicas locais e regionais contextualizando a área de estudo em relação as geoformas morfo-estruturais, de Strauch (1955) e Souza (1995), e em relação as unidades morfológicas propostas por Saadi e Campos (2015). A síntese de ambas as classificações possibilitou a integração de características geológicas com o relevo e com a rede hidrográfica da bacia do Rio Doce, além de considerar a identificação da unidade morfológica em função do trecho do canal principal em que se insere a área de estudo.

Já em um segundo momento, foi feita a caracterização morfológica do trecho fluvial onde se enquadra a área de estudo utilizando o trabalho Saadi e Campos (2015). Para esse trecho especificamente, foi realizado o levantamento de bibliografias e dados que pudessem embasar a identificação de impactos potenciais na geomorfologia fluvial da área de estudo. Dentre os principais trabalhos utilizados se destacam: CPRM/ANA, (2015a; 2015b), Saadi e Campos (2015), Felipe et al. (2016), MPF (2017a).

Para ilustrar a morfologia fluvial da área de estudo até o momento anterior ao evento, foram utilizadas imagens do programa *Google Earth Pro*®.

A escala de análise do mapa de unidades geomorfológicas é de 1:500.000, e o mapa de drenagem produziu informações em escala de 1:250.000. Os mapas de hipsometria e declividade permitiram que as análises alcançassem escalas cartográficas de até 1:17.000. Estes mapas foram gerados com o uso de dados vetoriais intermediários de isolinhas (produzidos pela Fundação Renova), originados das imagens do satélite Planet Scope, que possuem resolução espacial de 3,4 m. Para calcular a escala de mapas produzidos a partir de imagens basta dividir sua resolução espacial pelo fator de acuidade visual padrão do olho humano (sadio), que equivale a 0,2 mm, adequando a transformação das medidas as constantes escalares.

Para análise da morfologia fluvial foram utilizadas informações produzidas em três escalas espaciais: (a) dados em escala regional, considerando a dimensão da bacia do Rio Doce, por trabalhos como os de Saadi e Campos (2015) dentre outras referências; (b) dados em grandes escalas, com imagens do *Google Earth Pro*® observadas em escalas de até 1:200 m; e (c) dados em escala local, obtidas em campo, por trabalhos como os de Felipe et al. (2016a).

As imagens de satélite de alta resolução, fornecidas pela Fundação Renova, foram avaliadas quanto a sua contribuição na identificação dos possíveis impactos na morfologia fluvial, e em termos metodológicos. As imagens cedidas pela Renova foram: (a) imagens do satélite Rapdeye, 5m de resolução, do dia 04 de novembro de 2015 e (b) imagens do satélite Planet Scope, 3, 4 m de resolução, do ano 2016.

## Hidrossedimentologia

A caracterização hidrossedimentológica foi realizada com o objetivo de verificar o padrão de comportamento do Rio Doce antes, durante e depois do rompimento da Barragem de Fundão. Para isso foi feita a análise de: (i) Vazão (descarga líquida), (ii) Granulometria dos sedimentos; (iii) Concentração de Sedimentos Suspensos Totais (ou Sólidos Suspensos Totais), e (iv) Descargas Sólidas Estimadas nas localidades com amostragens mais próximas da Unidade de Conservação.

O procedimento de pesquisa partiu da observação das descargas líquidas e sólidas do trecho do médio-baixo Rio Doce e, considerando a existência e disponibilidade de dados, foi feita a compilação dos mesmos e de resultados técnicos mais específicos sobre o trecho fluvial onde se insere a UC em estudo. As informações e dados utilizados foram obtidos de levantamentos institucionais disponíveis em sites de pesquisa e relatórios técnicos, gerados por amostragens obtidas nas estações fluviométricas da Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais em parceria com a Agência Nacional de Águas (ANA), do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM/MG), e do Programa de Monitoramento Quali-Quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos (PMQQS) da Fundação Renova.

Importante esclarecer que, apesar de existirem várias estações fluviométricas no médio-baixo Rio Doce, abrangendo o trecho fluvial onde está inserida a área de estudo, nem todas possuem dados hidrossedimentológicos, e outras não apresentam boa correlação entre a vazão e a descarga sólida (consistência dos dados), ou pelo reduzido número de medições ou por grandes diferenças entre as datas das coletas (MPF, 2015a). Por isso, em alguns momentos, foi necessário caracterizar o trecho fluvial da área de estudo a partir de dados de vazão, granulometria, concentrações de sedimentos suspensos totais e descargas sólidas relativos a estações fluviométricas mais a montante e não tão próximas da Unidade de Conservação. Conforme Anexo I.

Para facilitar a compreensão de alguns termos de hidrossedimentologia, cabe um breve esclarecimento de alguns conceitos. A **vazão** ou **descarga líquida** corresponde ao volume de água que passa em determinada seção na unidade de tempo, e pode ser medida por meio da determinação da velocidade do escoamento, por exemplo  $m^3/s$  ou  $L/S/Km^2$  (quando inclui cálculo da vazão média específica de uma área de drenagem). A medição da vazão pode ser utilizada para cálculo de outros parâmetros relacionados ao transporte de sedimentos pelo fluxo de água, dentre eles se destaca o cálculo da descarga sólida, obtido pela multiplicação da concentração de sedimentos na amostra pela vazão líquida (MPF, 2017a).

Em relação aos **sedimentos** ou **sólidos suspensos totais**, o termo diz respeito às concentrações de sedimentos ou sólidos em suspensão na coluna d'água. Na dinâmica fluvial a carga de sedimentos pode ser classificada por três tipos: dissolvida, em suspensão e do leito. No jargão técnico, muitas vezes, a soma da carga de sedimentos em suspensão e dissolvida é designada como sedimentos suspensos ou "sólidos suspensos totais" (MPF, 2017a). Os sedimentos de baixa granulometria (tamanho), como silte, argila e algumas granulometrias de areia, são suficientemente pequenos para serem transportados pelo fluxo turbulento, misturadas à água na forma de uma solução heterogênea, constituindo a carga de sedimentos em suspensão. A distinção entre carga em suspensão e carga do leito baseia-se mais no mecanismo de transporte do que no tamanho da partícula. Por exemplo, partículas transportadas em suspensão em um rio de alta declividade podem constituir carga do leito para rios de planície. Embora não exista uma separação clara entre as cargas do leito (arraste e saltação) e cargas em suspensão (suspensão e dissolvida), divide-se a **descarga sólida total** em descarga sólida do leito, descarga sólida em suspensão e descarga sólida dissolvida. (SANTOS et al., 2001; CARVALHO, 2008; MPF, 2017a).

A **descarga sólida** ou **descarga de sedimentos** é a concentração total de sedimentos suspensos capaz de ser transportada em uma seção transversal do rio por unidade de tempo, geralmente expressa em toneladas por dia. O cálculo da descarga sólida é precedido da medição simultânea da vazão (descarga líquida) junto a concentração média de sedimentos em suspensão total (SST) na seção transversal do rio (MANCUSO, 2014). Frequentemente, as descargas sólidas em suspensão e dissolvidas são tratadas em conjunto, e assim são calculadas a partir das concentrações de sedimentos ou "sólidos suspensos totais" SST (SANTOS et al., 2001; MPF, 2017a). Nesse Diagnóstico foi feita a caracterização do comportamento da **descarga sólida em suspensão** no trecho fluvial próximo da área de estudo.



## Qualidade da água

Os dados mais completos disponíveis para a montagem de uma linha de base de qualidade de água do Rio Doce são aqueles disponibilizados pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM, 2018) e, em menor grau, pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, do Espírito Santo (IEMA; ANA 2018). Dentro do buffer de 3 km que define a área de estudo, o IGAM possui a Estação de Monitoramento Fluviométrico de Governador Valadares, RD044. Esta estação do IGAM corresponde à Estação 56849000 da Agência Nacional das Águas e à Estação RDO08 do novo Programa de Monitoramento Quali-Quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos (a partir de agosto de 2017).

Nesta estação foram registrados dados relativos a 17 parâmetros básicos de qualidade de água, 33 elementos e íons (incluindo uma variedade de metais e metalóides, bem como as séries de nitrogênio e fósforo, importantes macronutrientes para produtores primários), 4 indicadores de contaminação microbiológica, 5 contaminantes orgânicos ou indicadores de contaminação orgânica e 3 parâmetros indicadores de biomassa de fitoplâncton.

Coletivamente, estes dados foram registrados de forma contínua desde 21 de fevereiro de 2000, com observações trimestrais entre 2000 e 2012 e aproximadamente mensais a partir de meados de 2013. Para a definição da linha de base utilizamos todos os pontos de dados entre 21 de fevereiro de 2000 e 14 de outubro de 2015 (dado que o rompimento da Barragem ocorreu em 5 de novembro de 2015), totalizando 84 amostragens ao longo de 16 anos. Na prática, o número de observações variou de 2 a 83, dependendo do parâmetro.

De forma a interpretar os valores numéricos observados neste ponto, usamos como referência os padrões de qualidade para Rios de Classe 2 da Resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2005), que é replicada na Resolução 1/2008 do Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais (COPAM, 2008). Águas de Classe 2 são, resumidamente, aquelas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional; à proteção de comunidades aquáticas; à recreação de contato primário; à irrigação; à aquicultura e à pesca.

Para a definição da linha de base, a série temporal de cada variável foi sintetizada em médias e medianas como medidas de tendência central e desvios-padrão, intervalos de confiança e percentis como medidas de dispersão. Percentis indicam o valor abaixo do qual determinada porcentagem de observações ocorre. Assim, o 25º. percentil é o valor numérico abaixo do qual estão 25% das observações; o 50º. percentil (ou mediana) é o valor numérico abaixo do qual estão 50% das observações (portanto dividindo o conjunto de dados ao meio); o 75º. percentil é o valor numérico abaixo do qual estão 75% dos valores observados; e assim por diante.

O cálculo de médias, desvios-padrão e intervalos de confiança foi feito apenas como referência, uma vez que recomendamos o uso de medianas e demais percentis na definição da linha de base. Isto porque percentis são menos sensíveis a distribuições de dados assimétricas e a valores extremos que poderiam resultar tanto de episódios ambientais atípicos como de erros analíticos e/ou de registro de dados, e que são a posteriori de detecção improvável ou mesmo impossível. Embora trate-se de uma decisão arbitrária, propomos aqui a exclusão dos 10% dos valores mais baixos e 10% dos valores mais altos para assim definir a faixa de valores entre o 10º. e o 90º. percentis como a linha de base.

Muito embora toda medida apresente limites de quantificação (LQ) em função da metodologia analítica, limites de quantificação são mais frequentemente reportados em análises químicas. Por exemplo, se o limite de quantificação para alumínio dissolvido for de 0,10 mg/L, uma contaminação da ordem de 0,09 mg/L

passaria indetectado. Em outras palavras, a concentração de alumínio dissolvido em determinada amostra reportada como sendo 'menor que' (<) LQ poderia estar em qualquer lugar entre nula e 0,09 mg/L. Na presente análise inferimos os limites de quantificação analisando os resultados reportados pelo IGAM em seu sítio. Valores apresentados como 'menores que' foram interpretados como sendo valores abaixo do limite de quantificação. Em alguns casos dois LQs puderam ser inferidos para uma mesma variável ao longo da série temporal, tal situação não seria descabida uma vez que ao longo dos anos métodos analíticos mais precisos podem vir a ser utilizados pelo órgão ambiental.

A forma de inclusão ou exclusão de valores <LQ em uma análise estatística depende de sua prevalência no universo amostral (EPA 2006). Optamos de forma conservadora a incluir os dados no limite (ou seja, qualquer amostra com concentração de alumínio dissolvido < 0,1 mg/L foi considerado como tendo exatamente 0,1 mg/L). Este valor, que poderia inflar o valor da média, tem efeito nulo sobre o valor da mediana ou de demais percentis desde que valores reportados como iguais ao limite de quantificação sejam interpretados como <LQ.

Foram consultados documentos disponibilizados pela Renova, em especial Hydrobiology (2015, 2016), Golder 2016a, Golder 2016b, Golder 2017, e Ecology & Environment 2018.

Realizamos buscas bibliográficas complementares nas bases Web of Science e Scielo cruzando as palavras-chave "Rio Doce" OR "samarco" OR "fundão" OR "Goytacazes" OR "Fazenda Bulcão" OR "Sete Salões" OR "Sete de Outubro" OR "Pico do Ibituruna" em todo o seu período de cobertura. Foram recuperados 366 artigos na Web of Science e 488 artigos no Scielo. Os títulos dos artigos foram examinados, se considerados relevantes para a pergunta de pesquisa os artigos foram examinados. Desta forma pudemos avaliar a existência de artigos disponíveis em periódicos arbitrados e indexados sobre o contexto ambiental da região (e.g., Rodrigues et al. 2013 e Santolin et al. 2015) e/ou sobre a Unidade de Conservação em análise.

Analisamos o contexto da paisagem e da rede de drenagem dentro e ao redor da Unidade de Conservação através de imagens de satélite disponibilizadas no *Google Earth*.

Quando disponíveis, analisamos planos de manejo ou estudos não-publicados conduzidos na Unidade de Conservação em análise.

## **Pedologia**

A caracterização dos solos foi realizada no intuito de identificar tendências relativas a permeabilidade, granulometria, presença de matéria orgânica e potencialidades de uso. Para tanto, esta análise tomou por base o levantamento de informações em relatórios técnicos, pesquisas científicas e mapeamentos de solos regionais, disponibilizados em sites institucionais como os dados e relatórios da Embrapa Solos e FEAM (MG). A escala de análise dos tipos de solos foi realizada na escala de 1:250.000.

Para caracterizar as propriedades químicas e concentrações de metais pesados nos tipos de solos presentes na área de estudo, o presente diagnóstico se utilizou o estudo da FEAM (2013), sobre Valores de Referência de Qualidade (VRQs) de elementos-traço em solos de Minas Gerais, e nos resultados do trabalho de Souza et al. (2015). Este último foi um trabalho complementar aos levantamentos e análises de solos preexistentes no estado de Minas Gerais.



#### **4.1.2 Caracterização da Linha de Base do Meio Físico no MONA Pico do Ibituruna**

##### **4.1.2.1 Características e Comportamento do Rejeito da Barragem de Fundão Mediante o Rompimento**

O rejeito da Barragem de Fundão é fruto do beneficiamento das rochas de itabiritos, presentes na Formação Cauê e, portanto, apresenta concentrações elevadas de minério de ferro. Essa alta concentração de ferro (óxidos e hidróxidos) é identificada em toda a bacia do Rio Gualaxo do Norte, onde se insere a Barragem, além da ocorrência variada de outros elementos químicos associados ao material rochoso como arsênio, chumbo, manganês, bário, zinco e níquel (RODRIGUES *et al.*, 2015).

Segundo o relatório da Brandt Meio Ambiente (2005), o rejeito de Fundão apresenta aspecto arenoso e argiloso, composto basicamente por ferro, sílica ( $\text{SiO}_2$ ), óxido de alumínio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), fósforo, e dióxido de manganês.

Estudos anteriores a esse relatório, realizados no sistema de drenagem onde está situada a Barragem de Fundão, indicaram que o pH da água é básico e apresenta concentrações variadas de sódio, que se associam ao uso de soda cáustica durante o processo de beneficiamento do ferro (MATSUMURA, 1999; VERVLOET, 2016). Pires *et al.* (2003) associaram a capacidade de retenção do sódio e de metais pesados, como cromo, cádmio, chumbo, manganês e o próprio ferro, à alta presença da goethita e hematita na composição do rejeito da Barragem. A princípio, a retenção desses metais pesados pela presença de ferro seria um fator positivo, reduzindo a dispersão de contaminantes para o sistema hídrico. Contudo, mediante o rompimento da Barragem de Fundão, existe o risco de que a acumulação desses minerais no rejeito possa ter contaminado o sistema hidrogeomorfológico da bacia do Rio Doce pelo volumoso fluxo de lama ejetado da rede hidrográfica.

Em um curto espaço de tempo, cerca de 39,2 milhões de  $\text{m}^3$  de rejeito de minério de ferro foram liberados para a drenagem, dentre os quais “cerca de 18 milhões  $\text{m}^3$  foram carreados diretamente para a calha do Rio Gualaxo do Norte e cerca de 16 milhões de  $\text{m}^3$  ficaram depositados, inicialmente, nos vales desse rio e de seus tributários adjacentes” (IBAMA, 2015; VERVLOET, 2016, p. 109). Após Fundão ser rompida pelo rejeito, o fluxo viscoso atingiu a Barragem de Santarém, à jusante, causando o seu galgamento, e irrompendo em direção ao Rio Gualaxo do Norte, Rio Do Carmo, até alcançar o Rio Doce, por onde foi sendo transportado até alcançar o litoral Atlântico no município de Linhares, estado do Espírito Santo (VERVLOET, 2016).

No total, 663,2 km de corpos hídricos foram diretamente impactados pelo fluxo de rejeito, sendo que o maior volume de material e de granulometria mais grosseira se depositou na calha do Rio Gualaxo do Norte e ficou retido na Barragem de Candonga, PCH Risoleta Neves. A partir da jusante dessa barragem foram sendo transportados sedimentos mais finos junto com a coluna d'água do rio e, por isso, classificados como carga em suspensão (VERVLOET, 2016).

O volume do rejeito e a energia de deslocamento do fluxo ejetado na bacia causaram alterações na morfologia e dinâmica hidrossedimentológica do sistema fluvial. A massa sedimentar do rejeito se comportou como fluido, tal como descargas sedimentares lamosas típicas de inundações episódicas. Ao longo do Rio Gualaxo do Norte a carga sedimentar de rejeito se comportou de duas formas: (i) nos vales do rio principal, a onda de passagem de rejeito seguiu a direção preferencial da drenagem, e (ii) nos tributários, foram duas ondas de passagem sendo que, num primeiro momento, os sedimentos lamosos subiram os vales em direção a montante e num segundo momento, a onda de sedimentos rebaixou com a inundação e arrastou os materiais arrancados pela primeira onda, formando uma planície de rejeito de minério de ferro (VERVLOET, 2016).

Até a Barragem de Candonga o fluxo de rejeito se comportou como fluido de detritos. Porém, desse trecho em direção a jusante do Rio Doce o transporte foi basicamente de sedimentos mais finos (silte e argila) na coluna d'água (CPRM/ANA, 2015a; 2015b. VERVLOET, 2016).

À jusante da Barragem de Candonga, ao atingir o Rio Doce, os impactos do fluxo de rejeito na coluna d'água do Rio Doce e tributários se relacionam com o desencadeamento de duas ondas de passagem, segundo os relatórios do CPRM e ANA (2015a; 2015b): primeiro por uma onda de cheia, e depois por uma onda de massa d'água com elevada turbidez. A diferença entre as duas ondas de passagem ocorreu devido a velocidade de deslocamento da massa de água ter sido superior à do material em suspensão. Ambas alteram o comportamento hidrossedimentológico e da qualidade da água em momentos distintos, e seus desdobramentos nos sistemas físico-ambientais locais ainda estão sendo avaliados.

#### 4.1.2.2 Clima

O clima é a manifestação integrada de condições de temperatura, umidade e pressão atmosférica em um dado local, medidas por um período de tempo. Essas características são estabelecidas por fatores geográficos como latitude, altitude, maritimidade, continentalidade, cobertura e uso da terra (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007; CAVALCANTI et al., 2009, MPF, 2017a).

Na bacia do Rio Doce, o clima é bastante influenciado pela maritimidade e pela topografia, que interferem diretamente na umidade e variação da temperatura. Pela região estar relativamente perto do Atlântico, as massas de ar originadas no oceano têm forte influência no clima, como as massas de ar Tropical Atlântica (MTA) e Polar Atlântica (MPA), além da Equatorial Continental (MEC), caracterizada pelas correntes de oeste. A MEC atua na primavera e no verão, causando altas temperaturas médias anuais (MPF, 2017a).

Assim, de acordo com a classificação climática de Köppen, são identificados três tipos climáticos na bacia do Rio Doce: (i) tropical de altitude com verões frescos e chuvosos, presente nas vertentes das serras da Mantiqueira e do Espinhaço e nas nascentes do Rio Doce; (ii) tropical de altitude com verões quentes e chuvosos, presente nas nascentes de seus afluentes; e (iii) clima quente com chuvas de verão, presente nos trechos médio e baixo do Rio Doce e de seus afluentes (MPF, 2017a). Este último é o tipo climático de maior interesse para o presente diagnóstico, pois é onde se enquadra a Unidade de Conservação em estudo.

De modo geral, no trecho médio-baixo Rio Doce as temperaturas são elevadas na maior parte do ano, variando entre 18°C e 24,6°C. O regime pluviométrico se relaciona com a variação da temperatura, e se caracteriza por dois acentuados períodos distintos: (i) o período chuvoso, nos meses mais quentes do ano, que se estende de outubro a março, com índices pluviométricos maiores em dezembro; e (ii) o período seco, nos meses mais frios do ano, que vai de abril a setembro, com estiagem mais acentuada de junho a agosto (MPF, 2017a). Observa-se que o período de estiagem incide com maior intensidade na área do médio Rio Doce, enquanto que, no baixo Rio Doce a distribuição das chuvas ao longo do ano é mais regular devido à proximidade com o litoral do Espírito Santo (CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME, 2010a).

De acordo com o estudo do MPF (2017a), realizado a partir da análise de séries históricas de dados mensais de pluviosidade entre o período de 1985 a 2015, a região onde está localizada o MONA Pico do Ibituruna, apresentou maiores concentrações de chuva no período quente (de outubro a março), com máximas em dezembro, entre 216-248 mm/mês. As menores concentrações pluviais ocorrem no período seco, de abril a setembro, com destaque para o mês de julho, que apresentou médias mensais de variação de chuvas entre 5-11 mm/mês. Observa-se na Tabela 10.

Tabela 10 - Média de variação mensal das chuvas na região do MONA Pico do Ibituruna

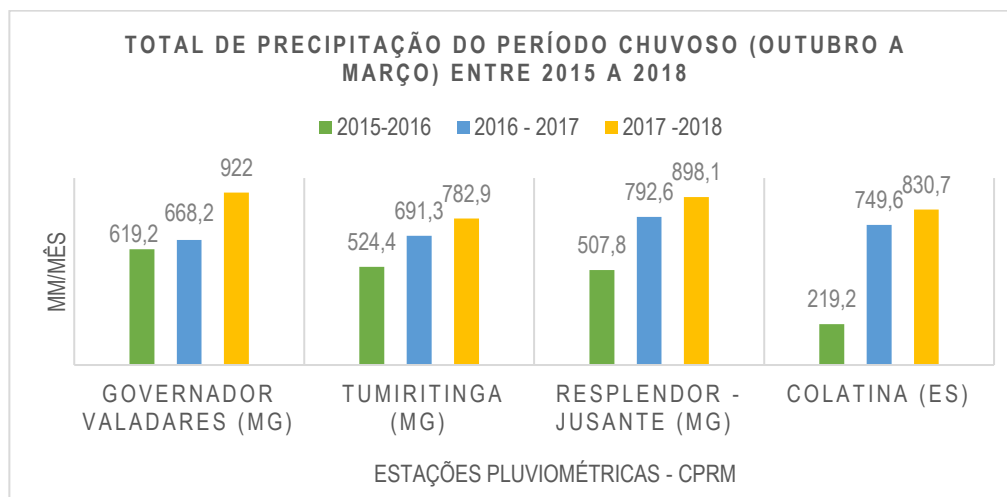
Média de variação mensal das chuvas (mm/mês) entre o período de 1985 a 2015 na região onde se localiza o MONA Pico do Ibituruna	
Mês	Faixa (mm)
Janeiro	147-174
Fevereiro	76-92
Março	108-120
Abril	36-44
Maio	28-33
Junho	14-19
Julho	5-11
Agosto	10-14
Setembro	27-30
Outubro	66-72
Novembro	169-181
Dezembro	216-248

Fonte: Adaptado do MPF (2017; 2017a)

De maneira geral, a variação da quantidade de chuvas comanda o regime fluvial do Rio Doce, que se caracteriza como perene, influenciando também na hidrologia do sistema (MPF, 2017). Este é o foco da caracterização climática nesse diagnóstico, tendo em vista que os reflexos de tais condições são sentidos no MONA Pico do Ibituruna e sua Zona de Amortecimento (área de estudo) de forma direta (por efeito da precipitação local) e indireta (pela convergência dos fluxos a montante do local).

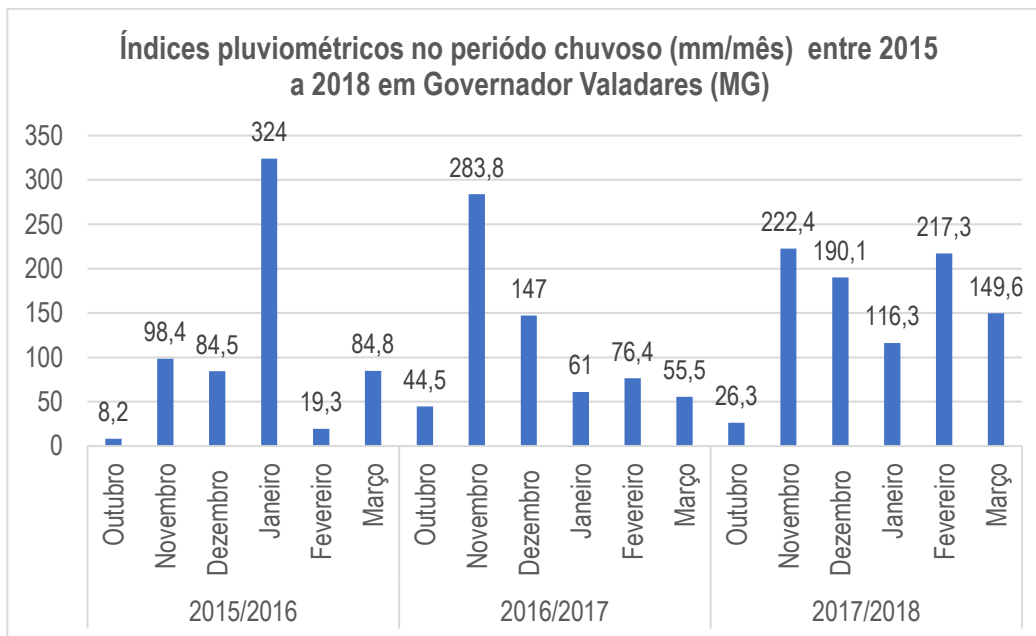
Dessa forma, a fim de possibilitar maiores aprofundamentos a respeito das condições pluviais dessa região, no Gráfico 1 são apresentados os valores totais e chuvas entre os meses de outubro a março (período chuvoso) entre final de 2015 e início de 2018 em quatro estações pluviométricas situadas no médio-baixo Rio Doce. E no Gráfico 2 verifica-se o comportamento das chuvas na estação pluviométrica mais próxima do MONA Pico do Ibituruna.

Gráfico 1 - Total de precipitação do período chuvoso (outubro a março) entre 2015 a 2018 nas estações pluviométricas localizadas no médio-baixo Rio Doce



Fonte: Dados da Rede do CPRM (2018)

Gráfico 2 - Total de precipitação mensal no período chuvoso entre 2015 a 2018 na estação pluviométrica de Governador Valadares (MG)

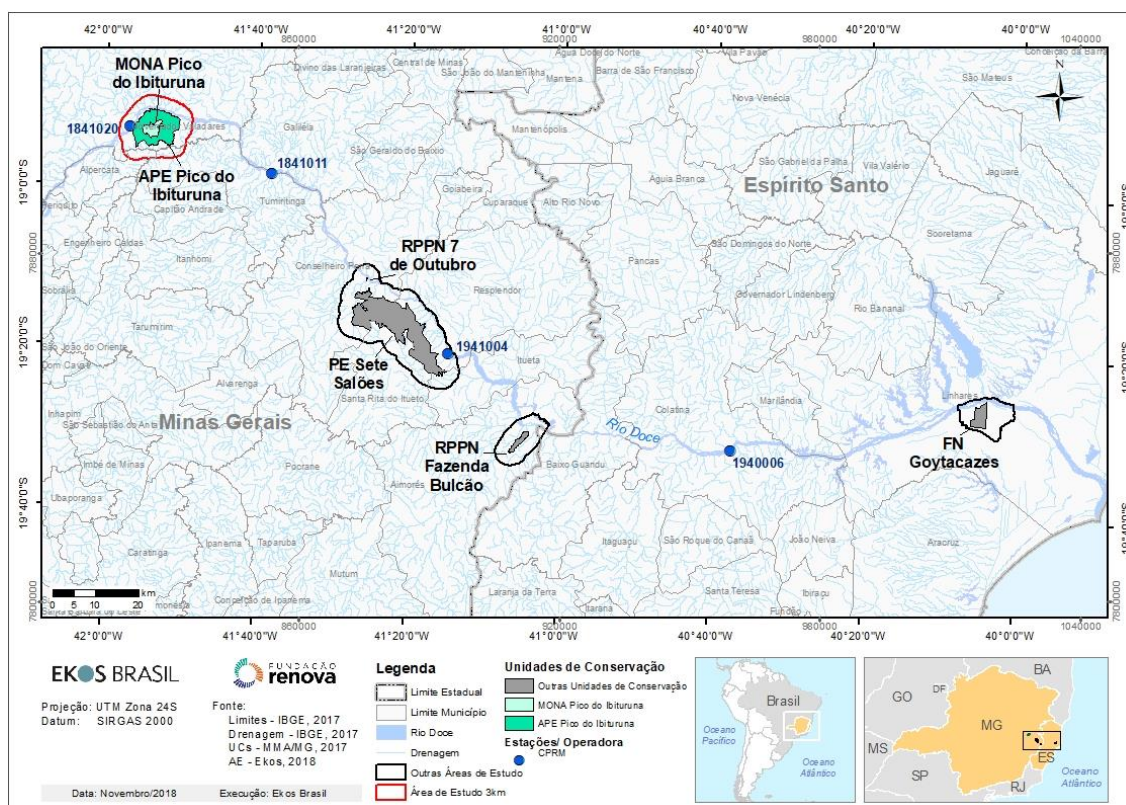


Fonte: Dados da Rede do CPRM (2018)

A partir do Gráfico 1 e do Gráfico 2 pode-se observar que entre 2015 e 2016 a estação de Governador Valadares registrou os índices mais altos de chuvas quando comparado com as outras estações e em relação aos anos sucessores, sendo que, no mês de janeiro/2016, foram registrados os índices mais elevados de todo o período analisado, com total mensal de 324 mm. No período seguinte (entre 2016 a 2017), as máximas foram registradas em novembro de 2016 (283,8 mm/mês) e novamente, entre 2017 e 2018, os picos de chuva também foram registrados em novembro/2017 (222, 5 mm/mês).

A localização das estações pluviométricas em relação a área de estudo pode ser observada no Mapa 5.

Mapa 5 - Localização das estações pluviométricas em relação às áreas de estudo



## 4.1.2.3 Geologia

A bacia do Rio Doce é composta por diferentes tipos de rocha, cujas idades vão desde o Arqueano (2,6 Ga – bilhões de anos) até o Cenozoico (presente). Em termos gerais, no alto Rio Doce, predominam rochas pré-cambrianas, geoprovíncia auríferífera conhecida como Quadrilátero Ferrífero, onde se situa a barragem de rejeito de Fundão. Seguindo o fluxo da drenagem até a porção do seu médio curso, quando este toma a direção leste e onde está situada o MONA Pico do Ibituruna, ocorre uma variedade de rochas paleoproterozoico e neoproterozoico, dentre as quais pode-se destacar rochas alcalinas, graníticas, migmatíticas, gnáissicas e vulcano-sedimentares. E, por fim, seguindo o Rio Doce até quando este alcança o litoral capixada, as sequências proterozoicas vão cedendo lugar aos domínios de rochas cenozoicas, formadas por sedimentos inconsolidados a semiconsolidados resultantes dos processos intempéricos atuantes sobre essas sequências ao longo do tempo geológico (MPF, 2017a).

De acordo com o mapa geológico da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, na área de estudo ocorrem litologias de diferentes Eras Geológicas: **Paleoproterozoico, Neoproterozoico, Paleozoico e Cenozoico.**

### Era Paleoproterozóica (de 2,5 a 1,6 bilhões de anos)

*Período Riachiano*, com ocorrência das rochas do Complexo Juiz de Fora. Esta formação estende-se por toda a região leste de Minas Gerais, e constitui um dos principais conjuntos litológicos desta unidade geotectônica. Na área de estudo predomina o afloramento de litofácies ortognaisse migmatítico, com frequentes



intercalações de granulito máfico, os quais são remanescentes locais de ortognaisses do embasamento mesoarqueano.

## **Era Neoproterozoica (1,0 bilhão de anos a 542 milhões de anos)**

*Período Criogeniano*, com a Formação Tumititinga do Grupo Rio Doce. O Grupo Rio Doce foi originalmente descrito por Barbosa (1966) na região do médio Rio Doce. Nele ocorrem abundantes filões de quartzo e notáveis corpos pegmatíticos de importância econômica como o próprio quartzo, o feldspato, o berilo, a água-marinha e as turmalinas variadas (GROSSI, 1990). Na Formação Tumiritinga verifica-se a ocorrência de agmatitos e migmatitos com intercalações centimétricas a métricas, em espessura, de metacalcário cristalino muito puro.

*Período Ediacarano*, com Formações Granitóides Pré-Colisionais da Suite Galileia. Os Granitóides Pré-Colisionais são descritos como granitóides foliados a gnáissicos, predominantemente metaluminosos, calcialcalinos. Englobam os processos relacionados à edificação do arco magmático calcialcalino. Na Suite Galileia são comuns os tipos de rocha de tonalitos e granodioritos foliados.

## **Era Paleozóica (542 a 251 milhões de anos)**

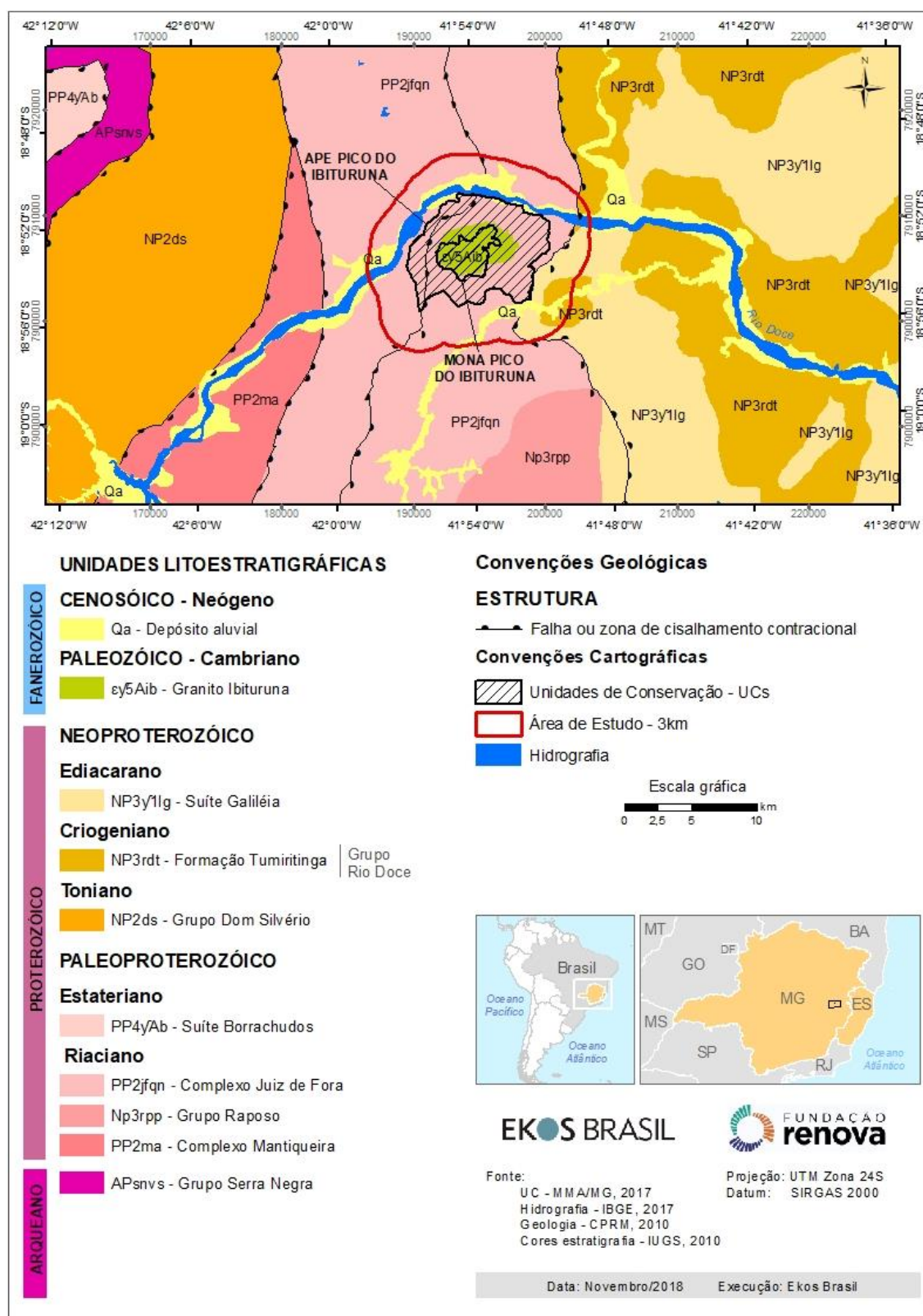
*Período Cambriano*, com a exposição do Granito Ibituruna, Formação granítica do estágio pos-colisional, com exposição de nível crustal mais profundo. O Granito Ibituruna é um dos plútons zonados, comuns na região que mostram núcleos (raízes) de composição básica (PEDROSA-SOARES et al., 2007). Esta Formação abarca a maior parte da área onde se assenta a Unidade de Conservação Monumento Natural Pico do Ibituruna.

## **Era Cenozóica (65,5 milhões de anos até os dias atuais):**

*Período Neógeno*, com Formação de Depósitos Aluviais, onde predominam sedimentos clásticos inconsolidados. As coberturas detríticas cenozóicas são sequências sedimentares encontradas nos canais fluviais e planícies aluvionares. São eluviões e coluviões eventualmente associados a sedimentos aluvionares de canais suspensos, que se apresentam em graus variados de Laterização, com potencial para caulim e ouro (ECOPLAN-LUME, 2010).

Os terrenos que abarcam a UC Monumento Natural Pico do Ibituruna e sua Zona de Amortecimento são cortados por falhas de cisalhamento contracional. A presença dessas estruturas geológicas, direcionadas no sentido norte-sul, condicionam o fluxo hidrológico das águas subterrâneas e de superfície para o Rio Doce. Vide Mapa 6.

Mapa 6 - Mapa de geologia da área de estudo do MONA Pico do Ibituruna



## 4.1.2.4 Hidrogeologia

O rompimento da Barragem de Fundão afetou a hidrologia da bacia do Rio Doce, especialmente as águas de superfície, com desdobramentos diretos ou indiretos em outros compartimentos do sistema, incluindo as

águas subterrâneas. Por essa razão, se faz necessário a caracterização do contexto hidrogeológico em que se insere o MONA Pico do Ibituruna, tendo em vista sua relevância para a preservação ambiental.

As águas subterrâneas se encontram alojadas nas fraturas das rochas após infiltração, principalmente de precipitações pluviárias. Quando são passíveis de exploração, são denominados de aquíferos, e neste caso podem ser considerados uma unidade geológica ou parte de uma formação suficientemente permeável de modo a permitir a produção significativa de água a partir de nascentes e poços (MPF, 2017a). Essas unidades são caracterizadas de acordo com suas características geoquímicas e hidrogeológicas.

Em termos geoquímicos, as rochas e solos da bacia do Rio Doce possuem abundância de minério de ferro, alumínio e manganês, e por isso esses elementos também estão presentes no rejeito da Barragem de Fundão. Os três elementos são absorvidos pela crosta terrestre, contudo são muito pouco solúveis em condições físico-químicas normais encontradas nas águas superficiais e subterrâneas. Dessa forma, esses minérios podem estar presentes em grandes concentrações nas águas, mas só serão absorvidos pelos organismos se estiverem em solução. Em superfície, esses minérios são facilmente conduzidos pela água, tanto em solução quanto sob a forma de partículas, e no nível freático são praticamente veiculados apenas como material em solução devido à baixa velocidade e capacidade do fluxo transportar materiais sólidos (CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME. 2010; MPF, 2017).

Em relação ao sistema hidrogeológico da bacia do Rio Doce, são identificadas, basicamente, duas unidades aquíferas: granular e fissuradas, diferenciadas por sua distribuição espacial, tipos de rocha (estrutura física e química) e condições de armazenamento e circulação de água (CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME. 2010; MPF, 2017).

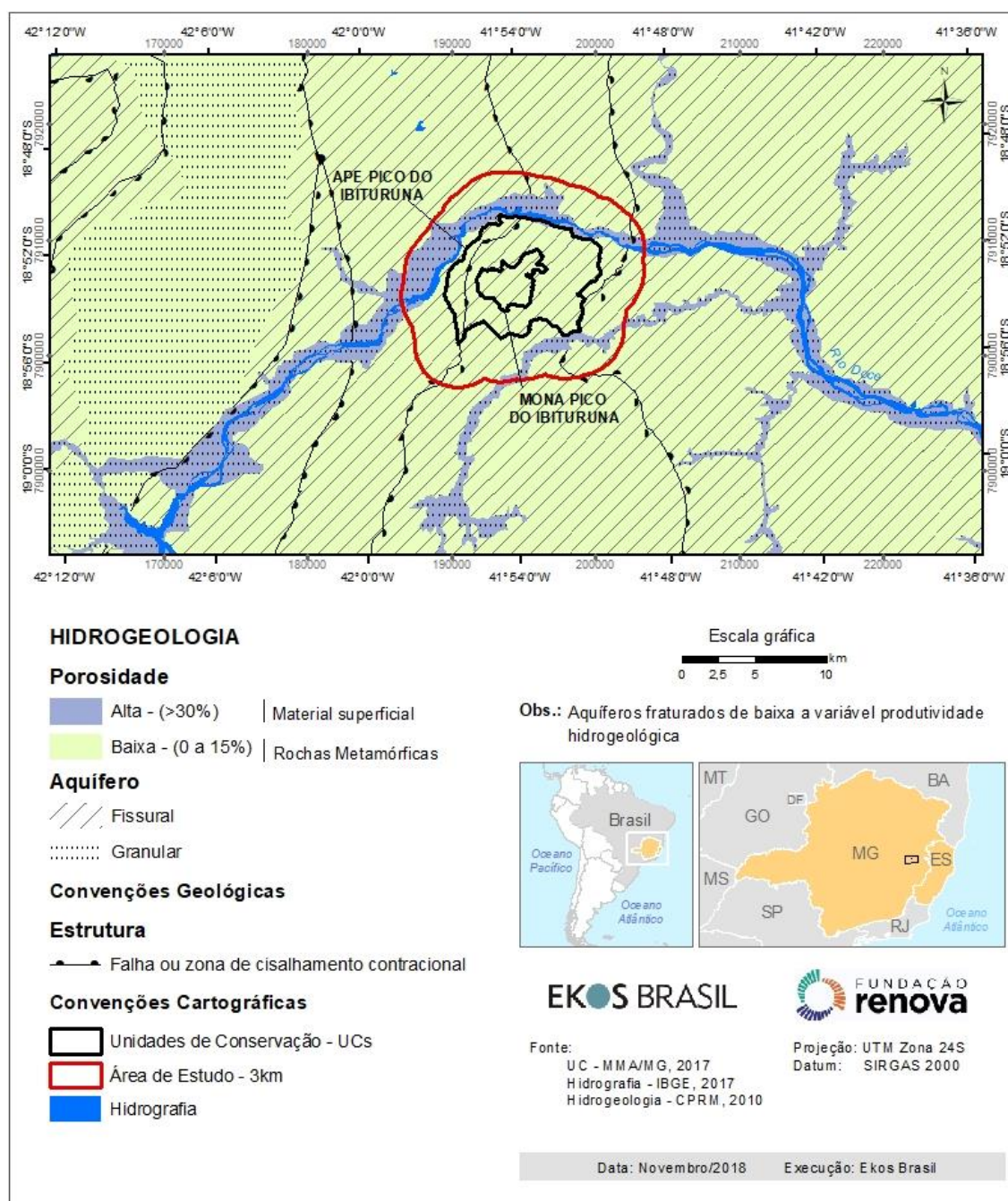
Os Aquíferos Granulares ou Porosos são representados por uma sequência de rochas sedimentares detríticas de idade Cenozóica, onde a circulação e o armazenamento das águas subterrâneas ocorrem através da porosidade primária da rocha. Essa unidade apresenta uma composição litológica constituída de sedimentos areno-argilosos, cascalhos, areias, argilas, arenitos e conglomerados inconsolidados das Formações Barreiras, Fonseca e Linhares, com ocorrência de corpos sedimentares arenosos e siltico-arenosos recentes, formando aluviões próximos às margens do Rio Doce e afluentes, depósitos de cordões litorâneos flúvio-lagunares e coberturas detrito lateríticas aluvionares (CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME. 2010, p. 75).

Nos Aquíferos Fissurados a acumulação e circulação das águas subterrâneas ocorrem através da porosidade secundária desenvolvida por falhas, fraturas e diaclases nas rochas. No sistema subterrâneo da bacia do Rio Doce essa unidade pode-se subdividir em função da litologia das rochas reservatório (rochas quartzíticas, xistosas e cristalinas) associada a uma unidade geológica regional (CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME. 2010, p. 75).

O MONA Pico do Ibituruna está situado próximo a calha do Rio Doce, na unidade do Aquífero Fissural (CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME. 2010). Vide Mapa 7.

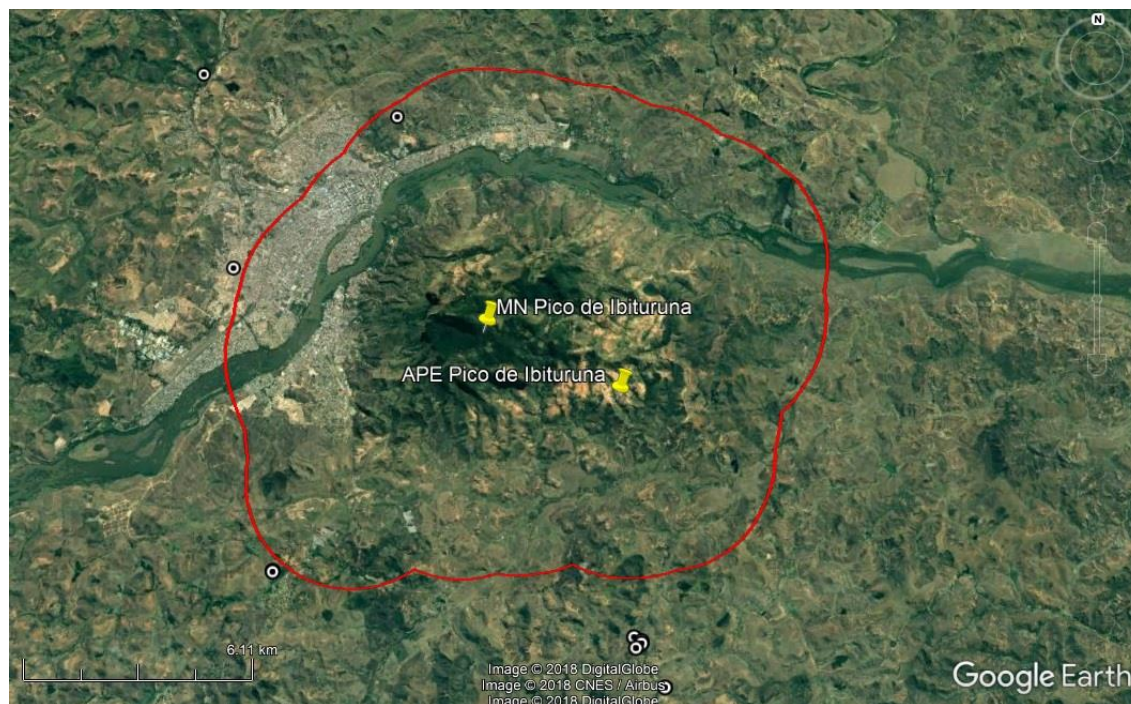


Mapa 7 - Unidades hidrogeológicas onde está situado no MONA Pico do Ibituruna



No Aquífero Fissural a porosidade das rochas é mais baixa (inferior a 15%), o que tende a desfavorecer a vazão da água subterrânea, mediante a perfuração de poços. A partir da base de dados do SIAGAS/CPRM (2018), foi identificado um poço tubular dentro da área de estudo, conforme Figura 3.

Figura 3 - Poços tubulares dentro dos limites da área de estudo (linha vermelha) do Monumento Natural Pico do Ibituruna.



Fonte: CPRM (2018), GOOGLE EARTH PRO (2018).

Não foram identificados dados quantitativos ou qualitativos sobre as águas subterrâneas do poço tubular da área de estudo.

Na tentativa de caracterizar a qualidade das águas de poços posicionados próximo a área de estudo, o presente Diagnóstico focou sua atenção na análise das unidades localizadas dentro de uma faixa de 1500 metros do curso do médio-baixo Rio Doce que continham dados relativos a parâmetros de vazão e qualidade da água: elementos traço, macroconstituintes, ou mesmo medidas obtidas em campo como pH e turbidez (MPF, 2017a). No caso, foram identificados 11 poços tubulares com dados de vazão, mas desses apenas quatro deles continham informações de qualidade da água (Tabela 11). As concentrações foram avaliadas tomando por base os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 396/2008, para enquadramento das águas subterrâneas.

Tabela 11 - Poços tubulares com disponibilidade de informações, cadastrados no SIAGAS/CPRM, localizados em uma faixa de 1.500 ao longo da calha do médio-baixo Rio Doce

Código	3100008098	3100008099	3100002712	3100022406	3100022407	3100022408	3100002719	3100022479	3100022480	3100018854	3100020638
UTM E	388119	388288	263591	261886	263094	263222	222142	185826	222402	232712	283120
UTM N	7852915	7852607	7862590	7861153	7862645	7861754	7899511	7899971	7899731	7897236	7843610
Estado	ES	ES	MG	MG	MG	MG	MG	MG	MG	MG	MG
Município	Linhares	Linhares	Resplendor	Resplendor	Resplendor	Resplendor	Tumiritinga	Tumiritinga	Tumiritinga	Galileia	Aimorés
Localidade <sup>5</sup> :	Br 101 (1)	BR 101 (1)	Respl. (2)	Sede (3)	Sede (3)	Sede (3)	Tumir. (3)	Sede (3)	Sede (3)	Sede (3)	Sede (3)
Vazão <sup>6</sup>	28.8	22.5	13	42.33	47.98	24.01	55.37	55.36	47.98	3.35	9.64
Qual. da água	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não
Data da coleta		23/01/2011		18/07/2013				25/07/2013	23/07/2013		
Condutividade (µS.cm-1)		165		2237				1075	1070		
pH		6,93		7,6				8,08	7,6		
Turbidez (NTU)		95		-				-	-		
Alcalinidade (mg.L-1)		69		-				307,77	-		
Dureza Total CaCO3 (mg.L-1)		114		338				1,44	27,3		
Ferro Tot (mg/L)		4,9		2,8				1,57	3,3		
Manganês (mg/L)		0,01		2				-	1,1		
Cloreto (mg/L)		10,8		332				85,59	76,4		
Sulfato (mg/L)		-		540				111,89	22,8		
Nitrato (mg/L)		3,34		-				0,4			
Fluoreto (mg/L)		-		0,18				-	-		

Fonte: Adaptados do MPF (2017a); CPRM (2018)

<sup>5</sup> Localidade: (1) Est. Experimental Filogônio Peixoto; (2) Cooperativa Agropecuária; (3) Copasa

<sup>6</sup> Vazão - Estabilização ( $m^{3}/h$ )



Em relação a vazão, os maiores valores se concentraram nos poços localizados no município de Tumiritinga e Resplendor, no médio Rio Doce, seguido do município de Linhares, no baixo Rio Doce. O conhecimento de informações sobre a composição da água de poços em condições comparáveis, com base na literatura e o relato de operadores de sistemas de abastecimento da região, faz ver que o ferro, por exemplo, pode ser identificado em concentrações maiores do que 4,9 mg.L<sup>-1</sup>, o máximo registrado. Com o manganês, as concentrações foram relativamente mais baixas. No entanto, devido à ausência de dados em alguns poços, não foi possível estabelecer uma correlação sobre as concentrações dos parâmetros, de montante a jusante (MPF, 2017Aa).

No caso do pH, que é um parâmetro relevante para qualquer sistema de coleta e distribuição, assim como o cloreto, a disponibilidade de dados foi mais frequente. Os índices de pH giraram em torno de uma faixa entre 6,4 a 8,08, que pode ser considerada normal. O cloreto, medido nos quatro poços, apresentou grandes variações na amostra do poço 3100022479 (Tumiritinga-Copasa Sede), com concentração de 85,59 mg.L<sup>-1</sup>. Esse valor não se configura uma desconformidade com respeito à Resolução CONAMA nº 396/2008 (BRASIL, 2008), porém é bastante elevado frente às concentrações dos outros poços (MPF, 2017Aa). O sulfato é um parâmetro que apresentou variação entre 0,5 e 112 mg.L<sup>-1</sup>, podendo variar mais do que isso em condições naturais (MPF, 2017a).

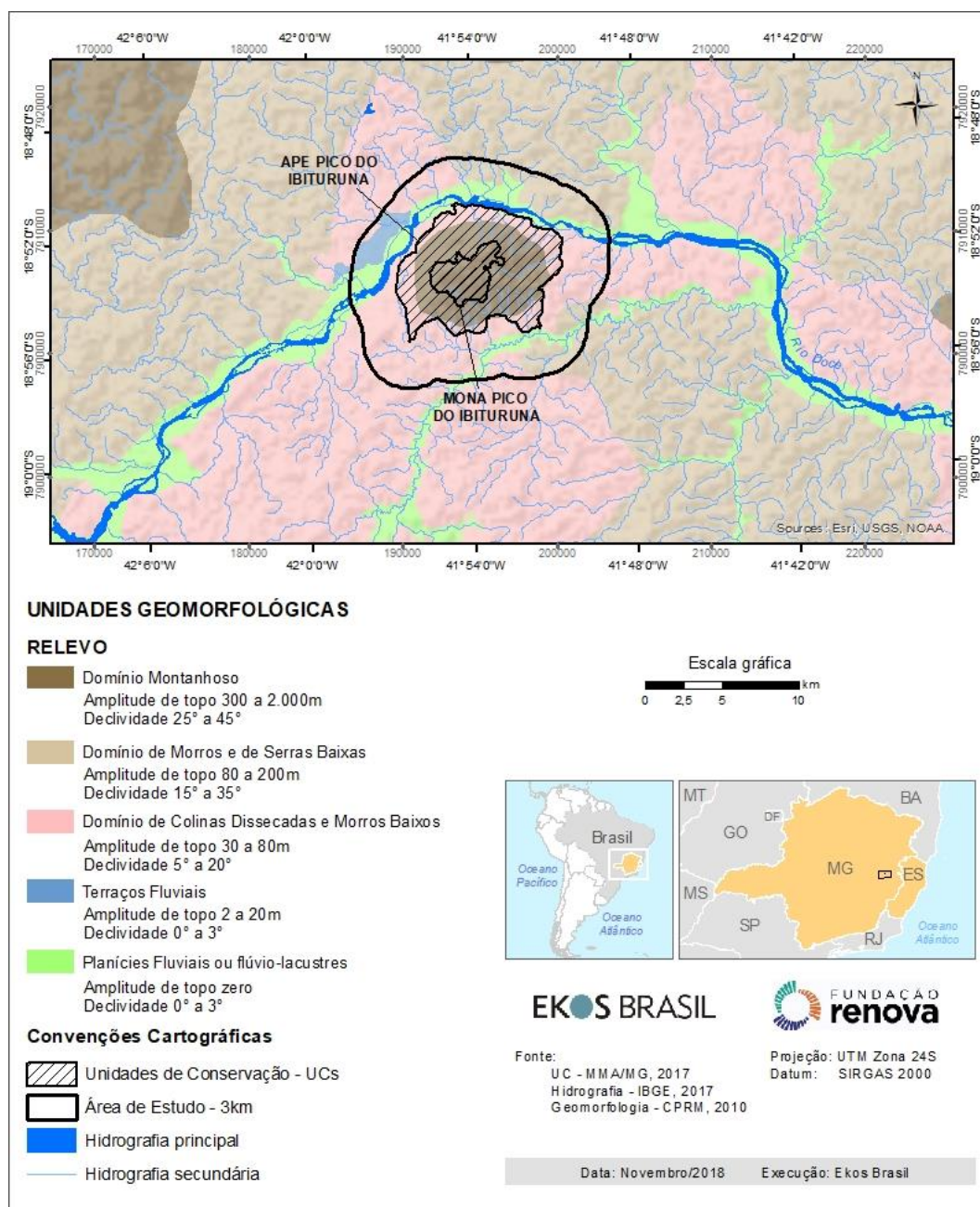
#### **4.1.2.6 Geomorfologia**

O modelado do relevo é reflexo da dinâmica integrada dos agentes naturais na paisagem e das intervenções humanas sobre o ambiente. Portanto, a caracterização de morfologias em diferentes níveis taxonômicos contribui para que se possa compreender as tendências de comportamento geomorfológico e possíveis alterações físicas na área de estudo, causadas pelo impacto do rompimento da Barragem de Fundão.

De acordo com o levantamento realizado pela CPRM (2010), o relevo da área de estudo é representado pelo predomínio de montanhas com amplitudes topográficas que podem chegar até 2000 m de altura e fortes declividades, entre 25° a 45° (Mapa 8). No local, essa unidade de relevo constitui o Pico Ibituruna, com 1.123 m de altitude, formação granítica que testemunha forte controle estrutural local. Ao redor dessa unidade, de forma concêntrica, surgem na paisagem colinas dissecadas e morros rebaixados, de baixa declividade (5° a 20°) e amplitudes topográficas até 80 m. Logo abaixo, os terrenos da porção noroeste, norte e nordeste da área de estudo são ocupados pela planície fluvial do Rio Doce, com declividades inferiores a 3°, conforme representado no Mapa 8.

As três unidades de relevo (montanhas, colinas dissecadas e planície fluvial) se enquadram dentro do contexto de geoforma de uma grande depressão interplanáltica, cujo substrato geológico é constituído, principalmente, por granitos e gnaisses paleoproterozóicos do Complexo Piedade. De acordo com Saadi e Campo (2015), a morfologia aplainada, com ligeira inclinação de SW para NE, resulta de um conjunto de eventos geológicos ocorridos durante o cenozoico de abatimento de estruturas tectônicas brasileiras e um histórico complexo de processos erosivos e de sedimentação conduzidos pela drenagem do Rio Doce, cuja área central foi rebaixada tectonicamente, onde o Rio Doce forma um mundo de lagos (STRAUCH, 1955; SOUZA, 1995; SAADI E CAMPOS, 2015).

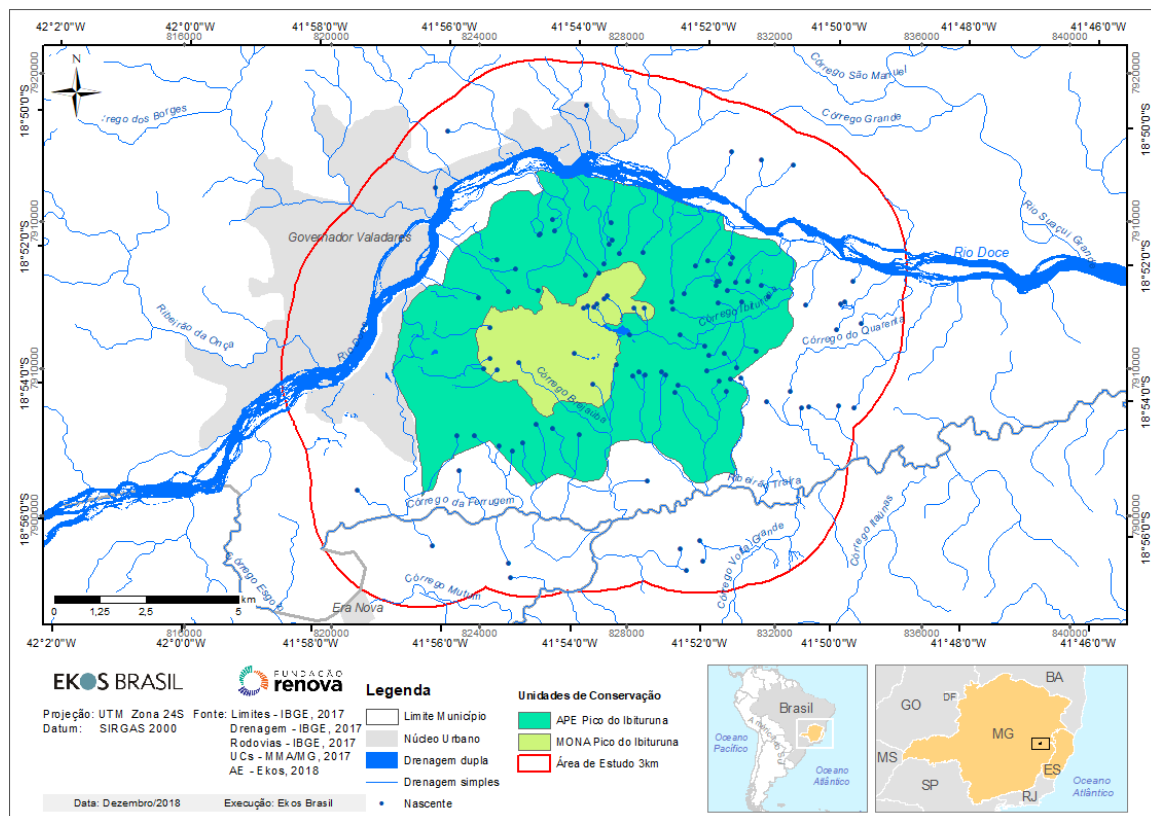
Mapa 8 - Unidades geomorfológicas da área de estudo



Seguindo em direção a leste, as morfologias associadas a depressão interplanáltica vão cedendo lugar ao compartimento de “mar de morros”. Na área de estudo estas feições ocupam apenas algumas bordas da Zona de Amortecimento. No mapa estão identificadas como domínios de morros e serras baixas, formando colinas que margeiam o Rio Doce na altura dos municípios de Tumiritinga e Conselheiro Pena, em Minas Gerais. Neste ambiente predominam morfologias associadas a rochas ígneo-metamórficas paleo a neoproterozóicas, com grande variação topográfica devido às diferentes litologias das rochas granitoides e arranjos tectônicos cenozóicos (STRAUCH, 1955; SOUZA, 1995; SAADI E CAMPOS, 2015).

Os córregos que nascem no Monumento Natural Pico do Ibituruna são drenados direta ou indiretamente para o Rio Doce, que se posiciona ao norte dessa Unidade de Conservação, conforme pode ser observado no Mapa 9.

Mapa 9 - Drenagem da área de estudo do Monumento Natural Pico do Ibituruna



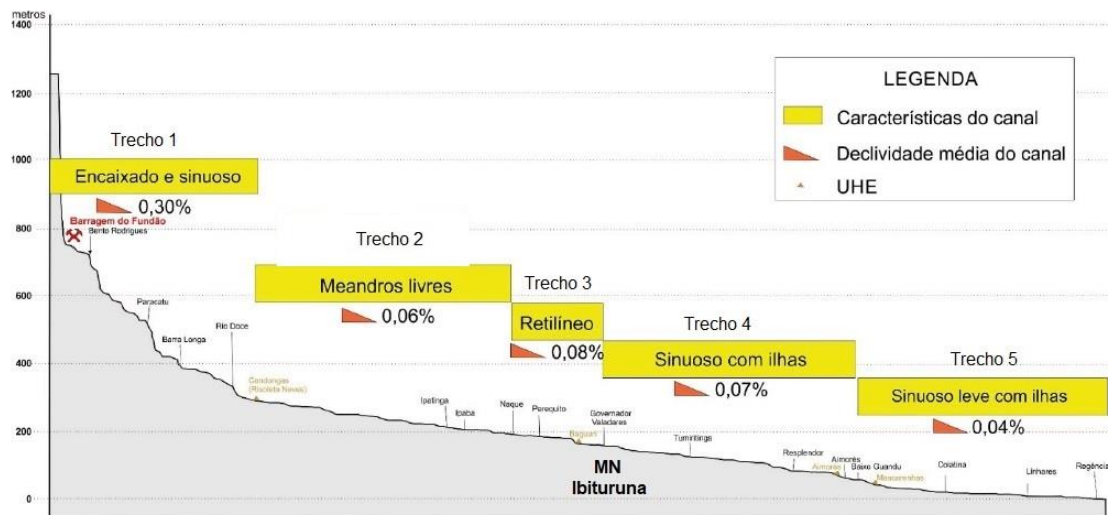
## Morfologia Fluvial da Área de Estudo

De acordo com Christofolletti (2011), análises de cursos de água só podem ser realizadas em função da perspectiva global do sistema hidrográfico, uma vez que eles integram o ciclo hidrológico e sua alimentação se processa através das águas de subsuperfície (hidrogeologia) e superfície. Portanto, considerando que o fluxo de rejeito, oriundo do rompimento da Barragem de Fundão, se concentrou na rede hidrográfica, e causou ondas de passagem no rio principal e tributários através da onda de cheia e de massa d'água com elevada turbidez (CPRM/ANA, 2015a; 2015b), no período imediatamente posterior ao desastre, possivelmente podem ter sido geradas morfologias de acumulação (depósitos de rejeito) ou de erosão marginal na calha do Rio Doce.

De maneira geral, a morfodinâmica do trecho fluvial onde está inserida a área de estudo pode ser caracterizada de acordo com a classificação de Saadi e Campos (2015). De acordo com os autores, a área de estudo está localizada praticamente no limite do trecho 3 (entre a confluência do Rio Santo Antônio e a periferia meridional da cidade de Governador Valadares), onde a drenagem do Rio Doce se alterna entre traçados retilíneo e ligeiramente sinuoso, com uma declividade média de 0,08% e uma largura média que pode variar entre 300 e 1500 metros. Nesse trecho as maiores larguras do canal estão relacionadas à presença de extensas ilhas sustentadas por afloramentos do embasamento rochoso coberto por sedimentos aluviais, além da exposição do próprio embasamento cristalino, o que é bastante frequente. Esse afloramento indica uma redução significativa da profundidade média, e mostra que o comportamento da corrente fluvial vai assumir papéis distintos em função da pluviosidade: enquanto no período de estiagem, tais características contribuem com a retenção de sedimentos, no período de cheias, as mesmas favorecem a intensificação da capacidade de transferência e transporte dos sedimentos. Na área de estudo, esses eventos geram

enchentes periódicas que assolam a cidade de Governador Valadares (SAADI E CAMPOS, 2015). O Gráfico 3 apresenta o perfil longitudinal do canal do Rio Doce e localização relativa da área de estudo.

Gráfico 3 - Perfil longitudinal do canal do Rio Doce, características gerais e localização (relativa) da área de estudo



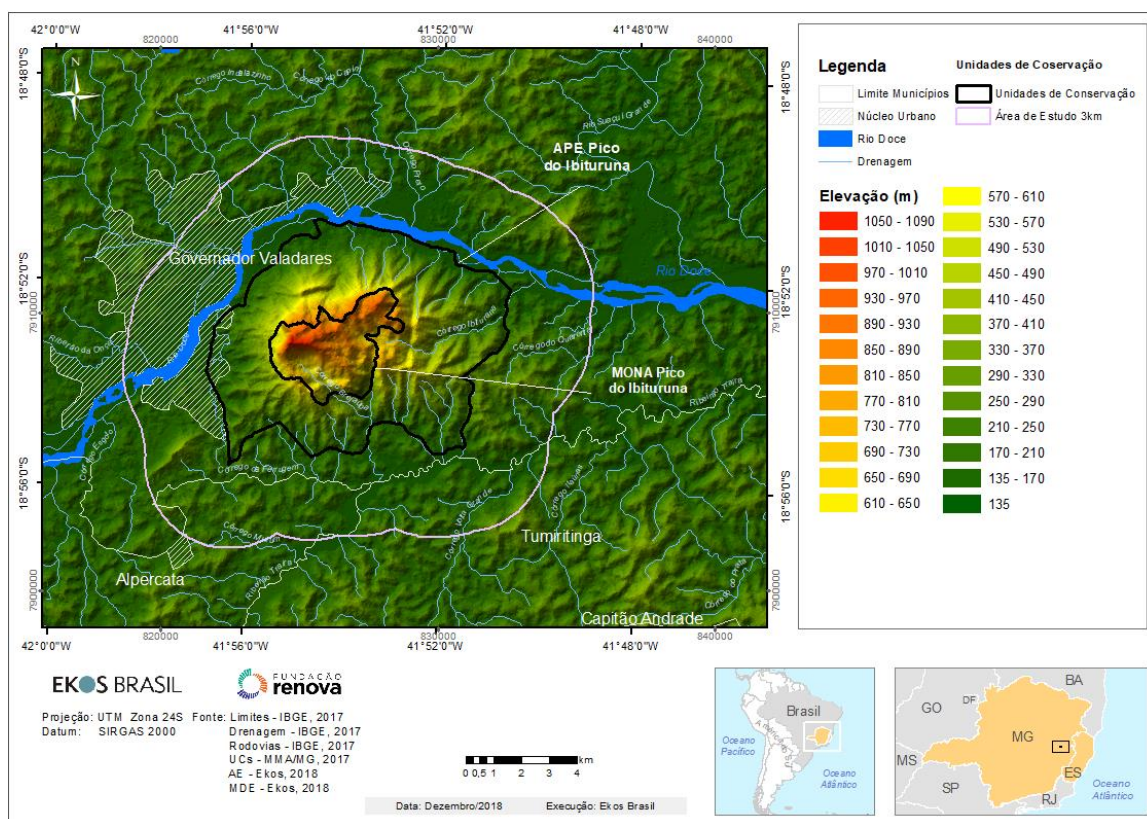
Fonte: Adaptado de Saadi e Campos (2015).

A carga sedimentos trazida pelos cursos d'água pode ser depositada em qualquer ponto da rede de drenagem, porém, nas seções do rio onde há mudanças bruscas de profundidade e gradiente, e de menor gradiente (declividade), existe uma tendência maior ao acúmulo de materiais devido à redução de velocidade e turbulência dos fluxos (CUNHA, 2007).

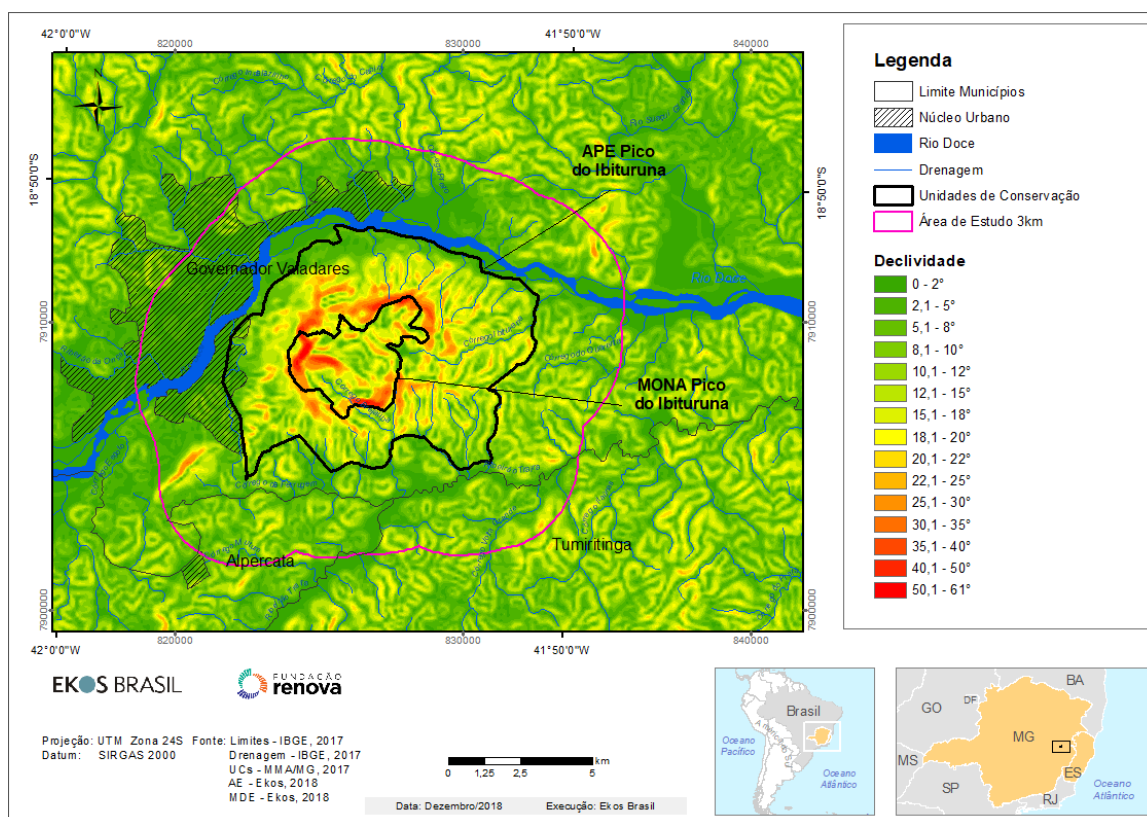
Observando os mapas de hipsometria (elevação) e declividade, percebe-se a UC Monumento Natural Pico do Ibituruna está posicionada em terrenos mais elevados e mais íngremes do que o Rio Doce, onde se concentrou os impactos e efeitos originados do rompimento da Barragem de Fundão que o trecho do Rio Doce na área de estudo apresenta uma variação altimétrica que pode variar de 135 a 170 m , com declividades, em geral, variando entre 0° a 5° (Mapa 10 e Mapa 11).



Mapa 10 - Mapa de hipsometria da área de estudo do MONA Pico do Ibituruna



Mapa 11 - Mapa de declividade da área de estudo do MONA Pico do Ibituruna



No trecho do Rio Doce indicado pelos mapas de elevação e declividade (Mapa 10 e Mapa 11), o nível de base local são as confluências com os canais tributários, onde o fluxo de água é reduzido e, portanto, também a competência (tamanho das partículas mobilizadas) e capacidade (quantidade das partículas mobilizadas) do rio transportar os sedimentos, podendo, inclusive, sofrer refluxo do material, com o retorno de parte dos sedimentos para os canais (MENDES, 2018). Nessas áreas de confluência os sedimentos são condicionados a se depositar nas margens à montante e, portanto, estes são locais ao longo da seção estudada em que pode ter havido alguma deposição do rejeito originado do rompimento da Barragem de Fundão em 2015.

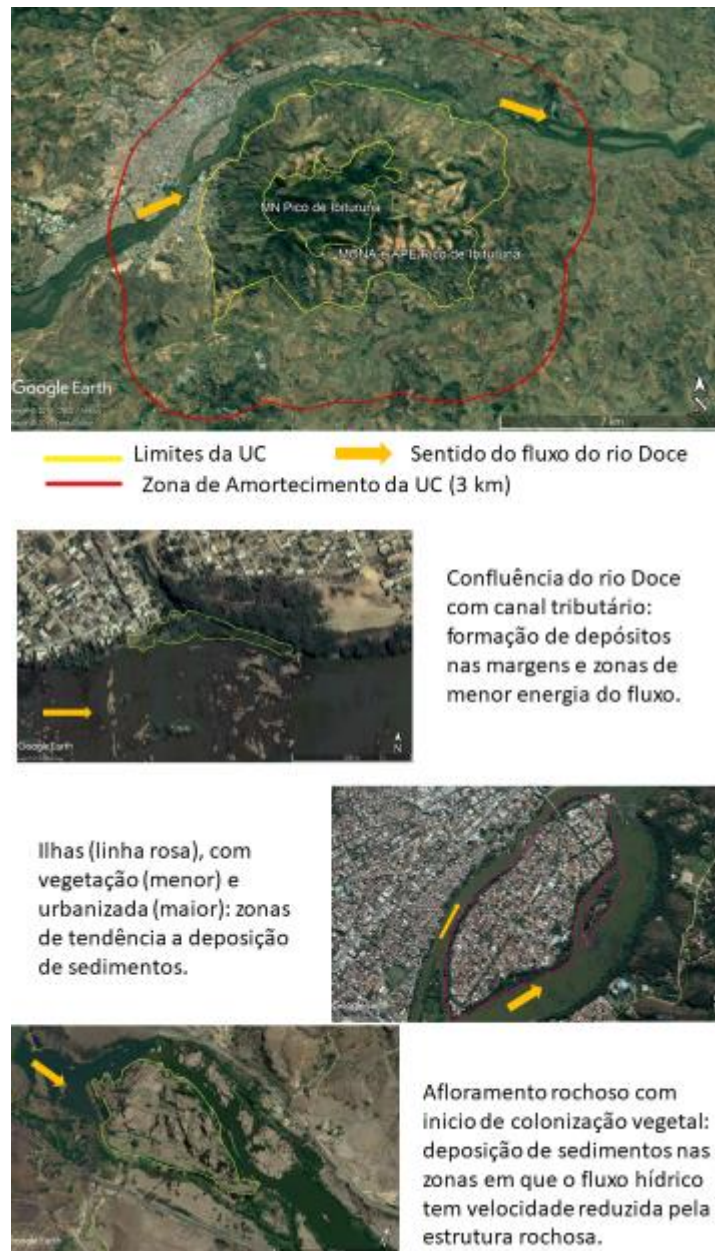
Além das áreas de confluência, a morfologia de margens fluviais convexas tende a proporcionar maior retenção de sedimentos em suas posições, atenuando a velocidade e turbulência dos fluxos (CUNHA, 2007).

No leito fluvial, a identificação de outras morfologias que também podem ter funcionado como “armadilhas” para retenção dos rejeitos originados da Barragem de Fundão. São elas:

- Afloramento rochoso no leito do rio, que podem facilitar a deposição de sedimentos de acordo com a morfologia do material;
- Barras arenosas, que são “formas deposicionais de material do fundo do canal (areia) que emergem a superfície da água ou que se encontram parcialmente submersas” (STEVANUX E LATRUBESSE, 2017, p.145). São comuns nas áreas de confluência e planícies;
- Ilhas fluviais, que podem ser formadas ou pelo afloramento de rochas ou manto de intemperismo, ou mesmo por barras fluviais emersas, sendo, em alguns casos, cobertas por vegetação estabilizada ou não.

Algumas das morfologias citadas (zonas de confluência e feições fluviais) podem ser observadas na área de estudo a partir das imagens disponíveis pelo programa *Google Earth* (vide Figura 4).

Figura 4 - Exemplos de tipos de feições fluviais de deposição de sedimentos na área de estudo



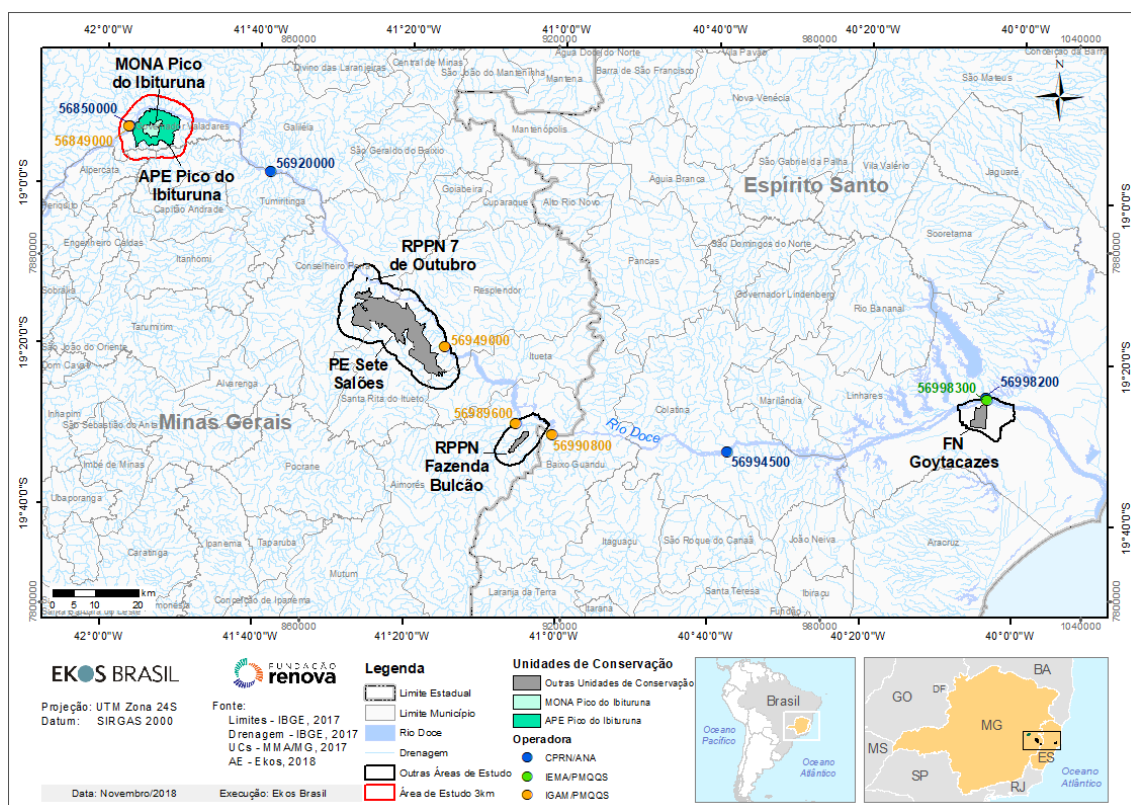
Fonte: Google Earth (2018)

## 4.1.2.7 Hidrossedimentologia

As análises hidrossedimentológicas se basearam em informações levantadas pela estação fluviométrica mais próximas da área de estudo, identificada no Mapa 12 pelo código do CPRM/ANA: 56850000 (CPRM/ANA, 2015a; 2015b; IGAM/MG, 2017); ANA; 2018; PMQQS, 2018; GOLDER, 2018).



Mapa 12 - Localização das estações fluviométricas em relação às áreas de estudo



Para ilustrar o comportamento histórico das descargas líquidas e sólidas na estação fluviométrica selecionada (código **56850000**) são apresentados os resultados gráficos obtidos pelo MPF (2017a).

Gráfico 4 - Representação gráfica das vazões mínimas, médias e máximas mensais entre o período de 1985 a 2015 na estação do CPRM 56850000, em Governador Valadares (MG). Fonte: MPF (2017a).

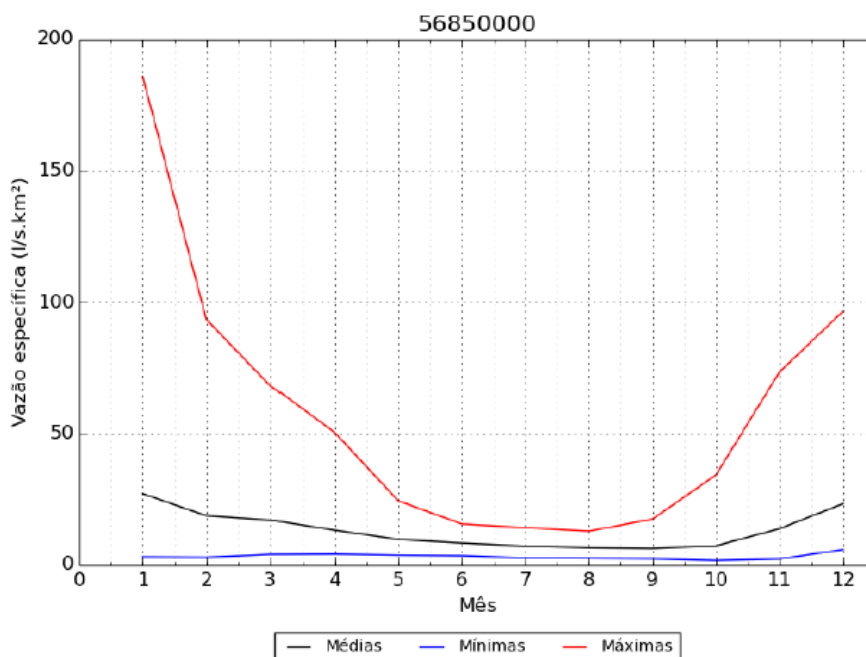


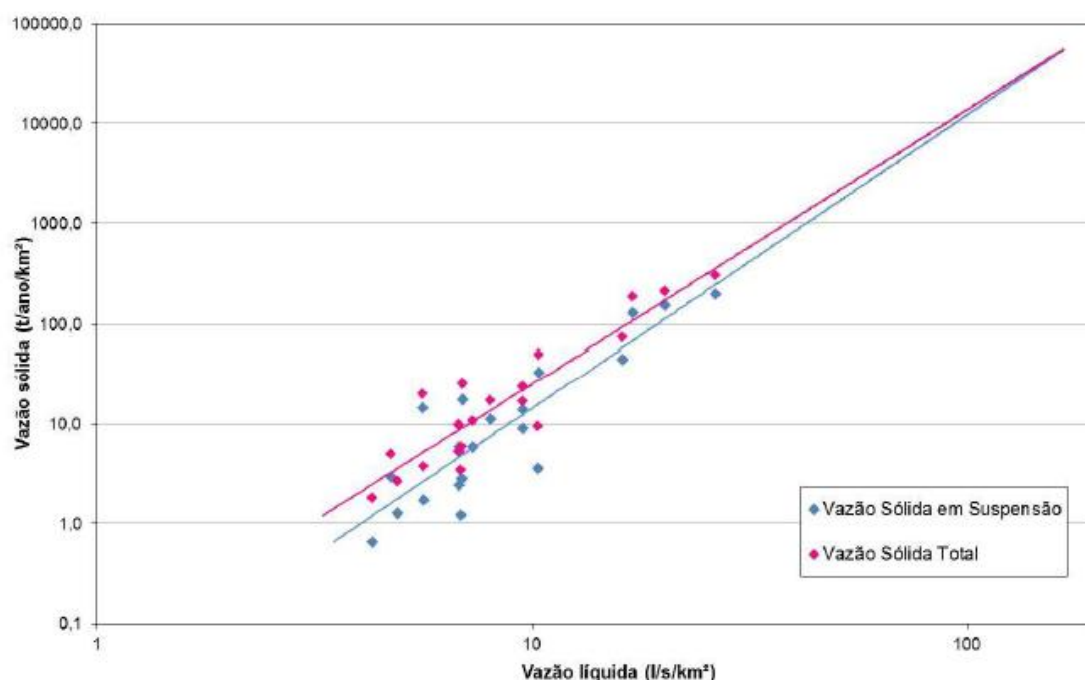
Tabela 12 - Valores das vazões mínimas, médias e máximas mensais entre o período de 1985 a 2015 na estação do CPRM 56850000, em Governador Valadares (MG). Fonte: MPF (2017a).

Vazões médias mensais de longo termo na estação fluviométrica selecionada	
Código	56850000
Nome da Estação	Governador Valadares/MG
Área de Drenagem (km²)	40.500
Data de início	01/01/1985
Data de fim	04/11/2015
MLT absoluta (m³/s)	536,0
MLT específica (l/s/km²)	13,2
Faixa Máxima Diária L/S/Km²	178,0 a 365,0
Faixa Mínima Diária L/S/Km²	2,48 a 3,29

De acordo com o MPF (2017, 2017a), o trecho do médio-baixo Rio Doce, onde está localizada a UC, apresentou vazões médias específicas (contribuição por unidade de área) entre 1985 até 2015, na faixa de 11,66 a 14,90 L/S/Km², com máximas diárias de 178 a 365 L/S/Km² e mínimas de 2,48 a 3,29 L/S/Km².

Em relação as medições sólidas da bacia do Rio Doce, a rede de monitoramento da ANA/CPRM obtém dados a partir da concentração de sólidos totais em suspensão. Não são realizadas amostragens da carga sólida por arraste. O transporte sólido médio específico na estação foi determinado com base na aplicação das curvas-chave sobre as séries de vazões médias diárias para o período base comum (1998-2015). A partir da figura abaixo conclui-se que, historicamente ocorre uma correlação positiva entre os dados de vazão sólida e líquida: quando se eleva as descargas líquidas, também se eleva as descargas sólidas (MPF, 2017a).

Gráfico 5 - Representação gráfica da curva chave de sedimentos entre o período de 1998 a 2015 na estação 56850000, município de Governador Valadares (MG). Fonte: MPF (2017a).



## 4.1.2.8 Qualidade da Água

Dezesseis anos de monitoramento de qualidade de água na Estação Fluviométrica de Governador Valadares (2000-2015) pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas permitem o estabelecimento de uma linha de base adequada para a qualidade da água do Rio Doce pré-rompimento da Barragem de Fundão. O Gráfico 6, Gráfico 7, Gráfico 8, Gráfico 9, Gráfico 10, Gráfico 11 e Gráfico 12 apresentam séries temporais selecionadas, dentre todas as 62 variáveis de resposta monitoradas pelo IGAM e sintetizadas na Tabela 1 do Anexo II.

### Parâmetros básicos de qualidade de água (Tabela 1a do Anexo II)

Sólidos totais, sólidos dissolvidos totais, sólidos em suspensão totais e turbidez (propriedade óptica da água que reflete a interceptação, espalhamento e absorção da luz por material orgânico e inorgânico suspenso; Wetzel & Likens 2000) são parâmetros físicos de grande relevância para este estudo uma vez que diretamente relacionados com a perturbação ambiental de interesse, isto é, a injeção de um enorme volume de rejeitos de mineração no sistema fluvial. Ao menos 75% dos valores observados para sólidos suspensos totais e para turbidez (Gráfico 6), e 100% dos valores observados para sólidos dissolvidos totais estiveram dentro dos padrões de qualidade de água para rios de Classe 2 ao longo destes 16 anos (CONAMA 2005, COPAM 2008). A condutividade elétrica é uma medida síntese da quantidade de íons dissolvidos na água, e, portanto, da concentração e grau de dissociação de sais (Wetzel & Likens, 2000). Não há padrões de qualidade para esta métrica que, no entanto, apresentou valores absolutos moderados a moderadamente baixos. O oxigênio dissolvido, parâmetro de grande relevância para a atividade biológica, mas também para as reações de oxidação-redução, esteve em 100% das observações acima do padrão CONAMA (5 mg/L). Na verdade o 10º. percentil (6,9 mg/L) esteve bem acima do padrão CONAMA (Gráfico 7). Faixas de valores de pH (acidez), alcalinidade (capacidade de neutralização de ácidos) e dureza (concentração de cátions

polivalentes, especialmente  $\text{Ca}^{++}$  e  $\text{Mg}^{++}$ ) são também apresentados. Destes, apenas pH é considerado na Resolução CONAMA 357; todos os 92 valores medidos estiveram dentro da faixa de  $6 < \text{pH} < 9$ .

### **Metais e outros elementos químicos (Tabela 1b do Anexo II)**

Metais são elementos químicos de grande relevância para este estudo uma vez que diretamente relacionados com a perturbação ambiental de interesse, isto é, a injeção de um enorme volume de rejeitos de mineração no sistema fluvial do Rio Doce. Esta contaminação por metais pode ser responsável por uma série de impactos adversos sobre homem e ambiente, uma vez que todos os metais podem ser tóxicos acima de determinado limiar; e que nada menos que um quarto dos metais é incluído em listas de poluentes de preocupação prioritária no mundo inteiro, frequentemente encabeçadas por mercúrio, cádmio e chumbo (Grillitsch & Schiesari 2010). Ao mesmo tempo, é importante ressaltar que a mineração metálica é atividade histórica na Bacia do Rio Doce e precede em décadas ou mesmo séculos o rompimento da Barragem de Fundão. Portanto, é fundamental o estabelecimento de uma linha-de-base adequada para contaminação por metais.

No que diz respeito à qualidade da água do Rio Doce, esta linha de base é apresentada na Tabela 1b do Anexo II. Embora de baixa relevância toxicológica, ferro, alumínio e, em menor grau, manganês, são elementos metálicos dominantes no rejeito de mineração depositado na Barragem de Germano (e por extensão na Barragem de Fundão; Hydrobiology, 2015). Conforme apresentado no Gráfico 8, 78% das amostras de água do Rio Doce analisadas para ferro dissolvido e 86% das amostras de alumínio dissolvido (18 das 21 amostras  $< \text{LQ}$ ) estiveram abaixo dos padrões CONAMA. Porém, apenas 53% das amostras de manganês total estiveram abaixo dos padrões CONAMA, o que é uma não-conformidade pronunciada.

Entre os metais de mais alta relevância toxicológica (presentes em 3 listas de preocupação prioritária: CEPA, 1999; EC, 2001; e USEPA, 2006) mercúrio e cádmio estiveram abaixo do limite de quantificação em todas as 32 amostras de água do Rio Doce analisadas, e chumbo em 23 de 32 amostras. Excederam padrões de qualidade CONAMA 5 amostras de chumbo (Gráfico 9) (nota-se, no entanto, que o método analítico para mercúrio apresenta ser grosseiro, uma vez que o limite de quantificação é igual ao padrão CONAMA). Entre outros metais de relevância toxicológica (presentes em 1 ou 2 listas de preocupação prioritária: CEPA, 1999; EC, 2001; e/ou USEPA, 2006), todas as amostras estiveram abaixo dos padrões CONAMA para cobre dissolvido, selênio total e zinco total; no caso de arsênio total, 100% das amostras estiveram abaixo do padrão CONAMA mais usual de 0,01 mg/L; não é possível avaliar se as amostras de água atendem aos padrões CONAMA para áreas de pesca para consumo intensivo (0,14  $\mu\text{g/L}$ ), que está abaixo do limite de quantificação empregado (0,30  $\mu\text{g/L}$ ). Vinte e nove de 32 (portanto  $> 90\%$ ) das amostras de cromo total estiveram abaixo do limite de quantificação, sendo que uma das 3 amostras restantes excedeu os padrões de qualidade CONAMA.

### **Macronutrientes: séries de nitrogênio, fósforo e potássio (Tabela 1c do Anexo II)**

Nitrogênio e fósforo são importantes elementos constituintes de proteínas, ácidos nucleicos e membranas celulares que, por frequentemente se encontrarem em disponibilidade ambiental inferior à demanda biológica, agem como fatores limitantes para a produtividade de ecossistemas aquáticos (Wetzel, 2001). Porque limitantes para a produtividade primária, sua suplementação – notadamente pela erosão e lixiviação de solos fertilizados em ambientes rurais e pelo lançamento de efluentes em ambientes urbanos – pode originar



episódios de eutrofização (Scholten et al. 2005). Em casos extremos, espécies de nitrogênio como amônia e nitrito podem ainda atingir concentrações tóxicas para organismos aquáticos (Camargo & Alonso, 2006; Ilha & Schiesari, 2014). Entre 2000 e 2015 nenhuma amostra de nitrito, nitrato ou nitrogênio amoniacal, mas 17 de 83 amostras de fósforo total atingiram ou excederam os padrões de qualidade de rios de Classe 2 na Estação de Monitoramento Fluviométrico de Governador Valadares (Gráfico 10). De acordo com a concentração de fósforo, o Rio Doce em Governador Valadares configura um corpo d'água eutrófico (70 de 83 amostras, ou 84% das amostras, estão acima do limiar para 'eutrófico' de 30ug/L; Wetzel, 2001).

## Contaminantes microbiológicos

A linha de base para contaminação microbiológica do Rio Doce, conforme indicada por coliformes totais, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* e estreptococos fecais, está dispoibilizada na Tabela 1d do Anexo II e no Gráfico 11.

## Contaminantes orgânicos

A linha de base para contaminantes orgânicos do Rio Doce conforme indicada por DBO, DQO, fenóis, óleos e substâncias tensoativas está dispoibilizada na Tabela 1e do Anexo II e no Gráfico 11. Nota-se que a carga orgânica em Governador Valadares é baixa, ao menos no que diz respeito ao padrão CONAMA de DBO: 100% das amostras tiveram DBO < 3,1 mg/L, valor inferior ao padrão de 5 mg/L.

## Fitoplâncton

Indicadores de biomassa de fitoplâncton (isto é, de algas microscópicas em suspensão), como a clorofila *a* (Gráfico 12) e seu produto de degradação, a feofitina, bem como a contagem de cianobactérias, são apresentados na Tabela 1f do Anexo II. Há padrões CONAMA para a concentração de clorofila *a* apenas; dez de 53 amostras (17%) excederam este padrão.

No que diz respeito ao interior da Unidade de Conservação propriamente dita, Felicori et al. (2018) identificaram e georreferenciaram 83 nascentes no Pico do Ibituruna, a maior parte temporárias ou efêmeras. De acordo com o IEF (2012) os principais cursos d'água são os córregos Cardoso, Ibituruna, Varetas, Água Limpa, Brejauba, e Nova América. Há também uma variedade de brejos, represas e reservatórios para uso pessoal e privado na região habitada do Pico (Henriques, 2009). Baseados em uma caracterização qualitativa superficial do entorno, Felicori et al. (2018) identificaram que 45% das nascentes se apresentavam em condições ruins ou péssimas de preservação. Não há análise da qualidade da água, mas Henriques (2009) indica que 15% das propriedades da Área de Proteção Ambiental lançam esgotos diretamente nos cursos d'água.

Gráfico 6 - Linha-base de sólidos em suspensão totais (acima) e turbidez (abaixo) na água do Rio Doce em Governador Valadares (Estação IGAM RD044, equivalente às Estações ANA 56849000 e PQQSS RDO08) nos 16 anos que precederam o rompimento da Barragem do Fundão.

Sólidos suspensos e turbidez são os parâmetros físicos mais diretamente ligados ao assoreamento e, portanto, à passagem do lodo de rejeitos no Rio Doce. Esquerda: gráfico de dispersão mostrando série temporal. Direita: boxplot sintetizando toda a série temporal. Os limites inferior, médio e superior da caixa representam respectivamente o 25º, o 50º (=mediana) e o 75º percentil; as barras inferior e superior o 10º. e o 90º percentil; e os círculos representam outliers dos valores medidos. Dados do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), acessados em novembro de 2018.

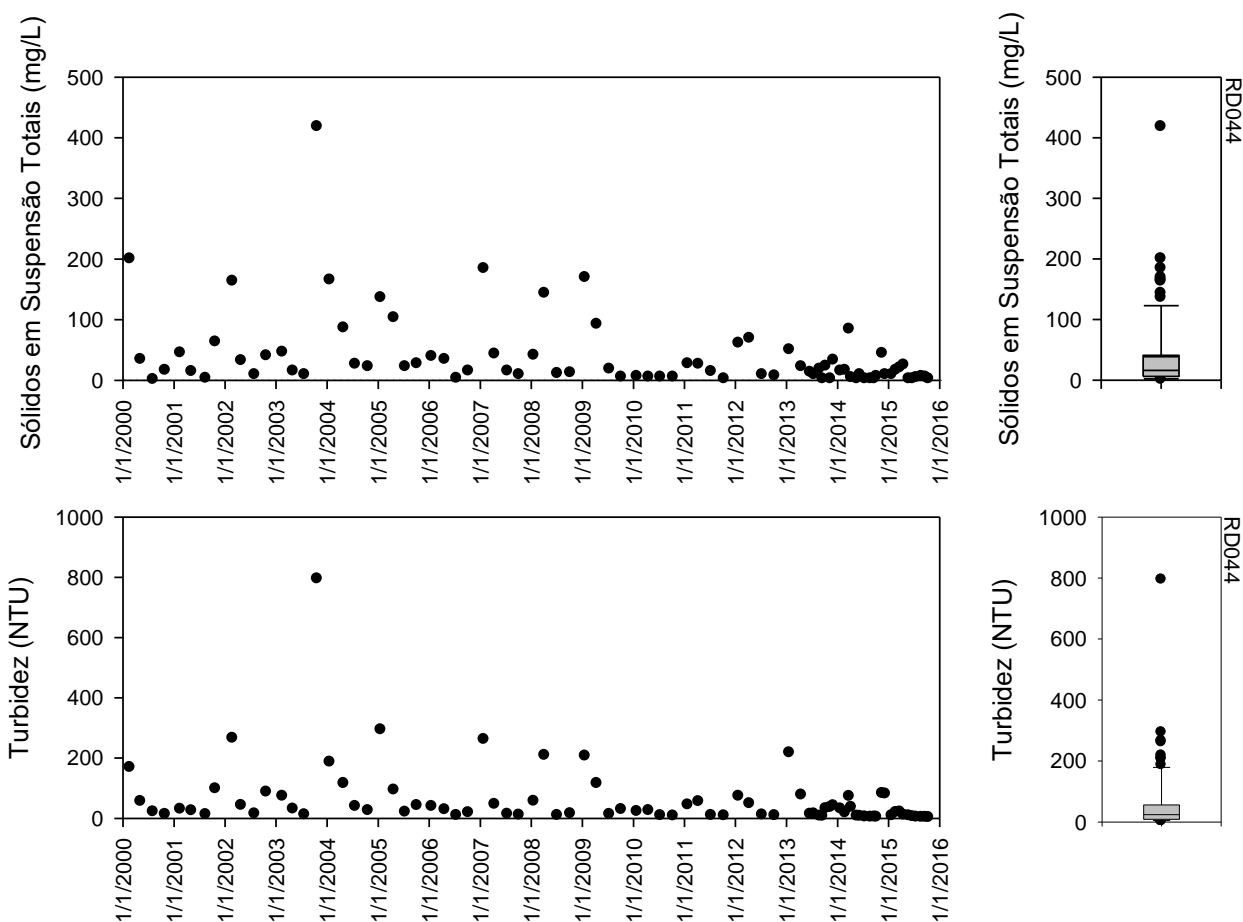


Gráfico 7 - Linha-base de parâmetros básicos de qualidade de água do Rio Doce em Governador Valadares (Estação IGAM RD044, equivalente às Estações ANA 56849000 e PQQSS RDO08) nos 16 anos que precederam o rompimento da Barragem do Fundão.

Acima: pH (acima), condutividade (meio), oxigênio dissolvido (abaixo). Esquerda: gráfico de dispersão mostrando série temporal. Direita: boxplot sintetizando toda a série temporal. Os limites inferior, médio e superior da caixa representam respectivamente o 25º, o 50º (=mediana) e o 75º percentil; as barras inferior e superior o 10º. e o 90º percentil; e os círculos representam *outliers* dos valores medidos. Dados do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), acessados em novembro de 2018.

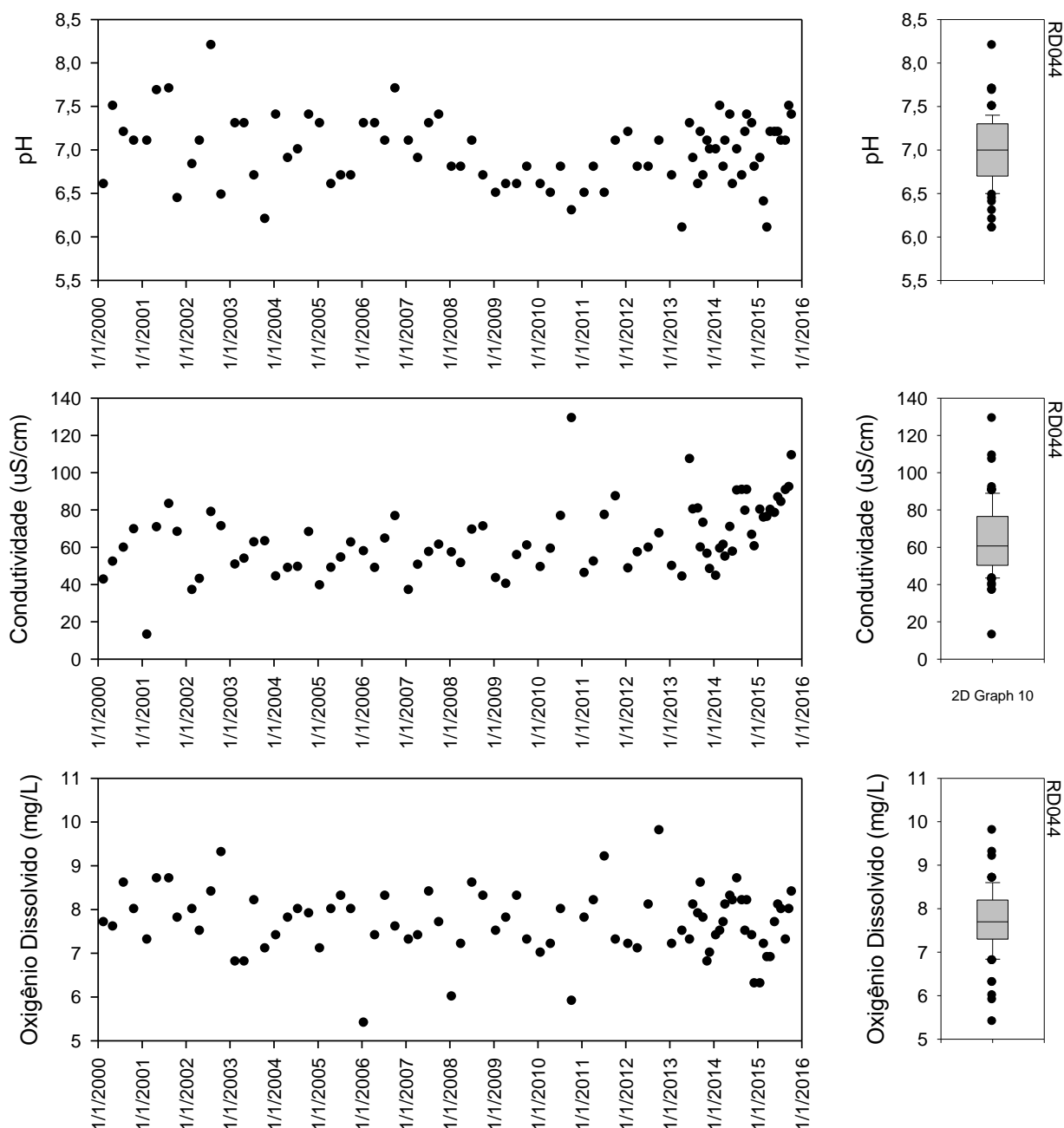


Gráfico 8 - Linha-base do (a) Ferro Dissolvido (b) Alumínio Dissolvido e (c) Manganês Total na água do Rio Doce em Governador Valadares (Estação IGAM RD044, equivalente às Estações ANA 56849000 e PQQSS RDO08) nos 16 anos que precederam o rompimento da Barragem do Fundão.

Ferro, alumínio e manganês são os elementos metálicos dominantes no rejeito de mineração depositado na Barragem de Germano, e, por extensão, na Barragem de Fundão (Hydrobiology 2015). Esquerda: gráfico de dispersão com série temporal. Direita: boxplot sintetizando toda a série temporal. Os limites inferior, médio e superior da caixa representam respectivamente o 25º, o 50º (=mediana) e o 75º percentil; as barras inferior e superior o 10º. e o 90º percentil; e os círculos representam *outliers* dos valores medidos. No caso do Al, todos os pontos de dados caindo sobre a linha horizontal pontilhada estão, na verdade, abaixo do limite de quantificação (< 0,10 mg/L). Dados do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), acessados em novembro de 2018.

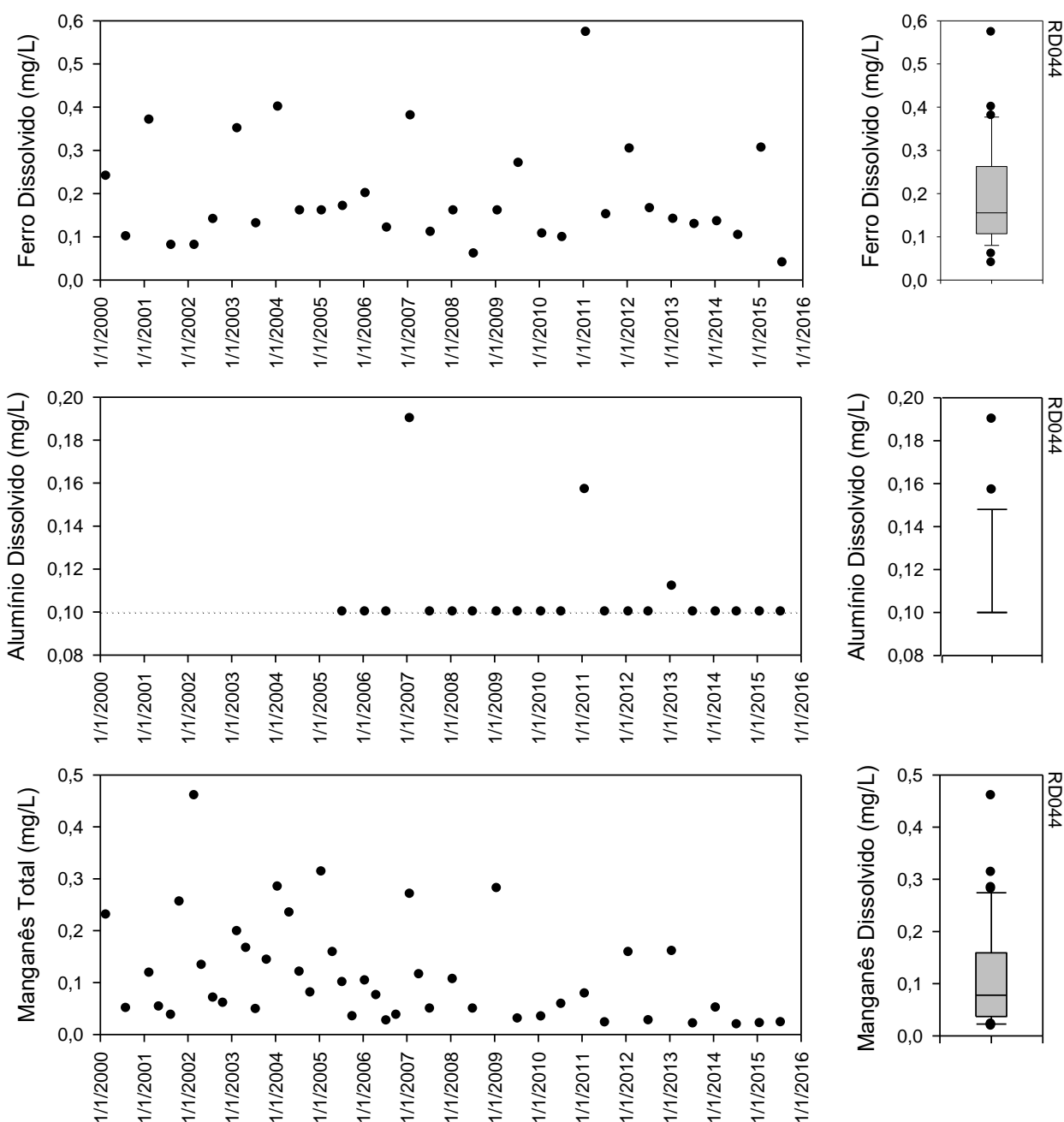
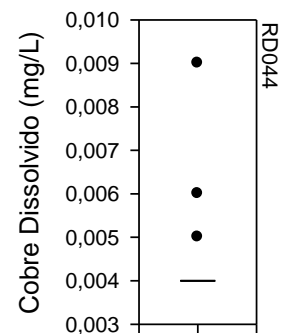
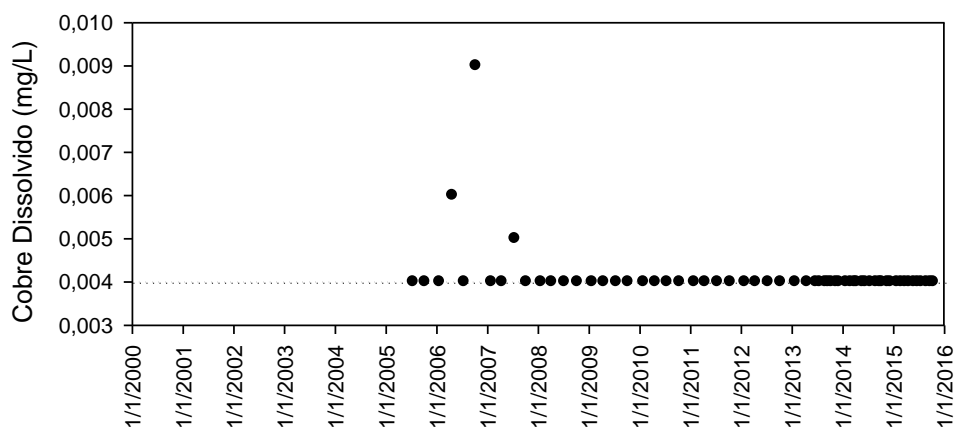
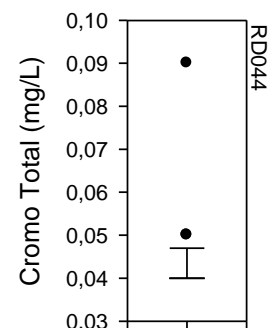
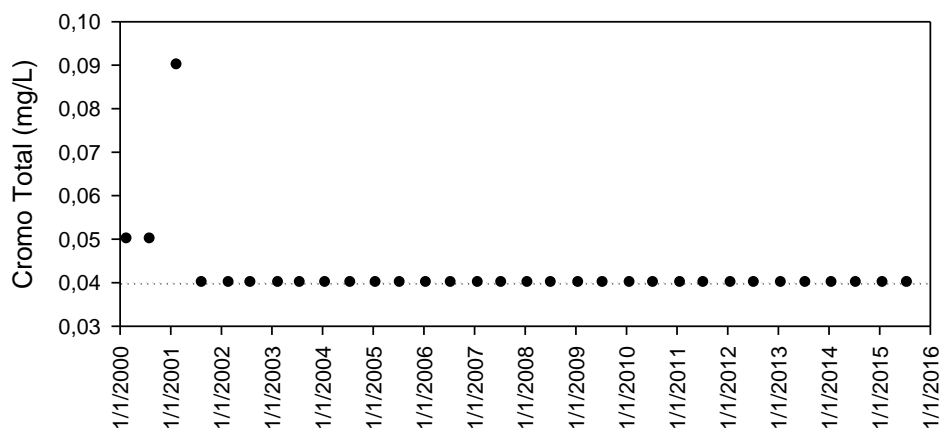
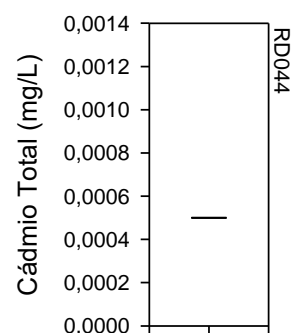
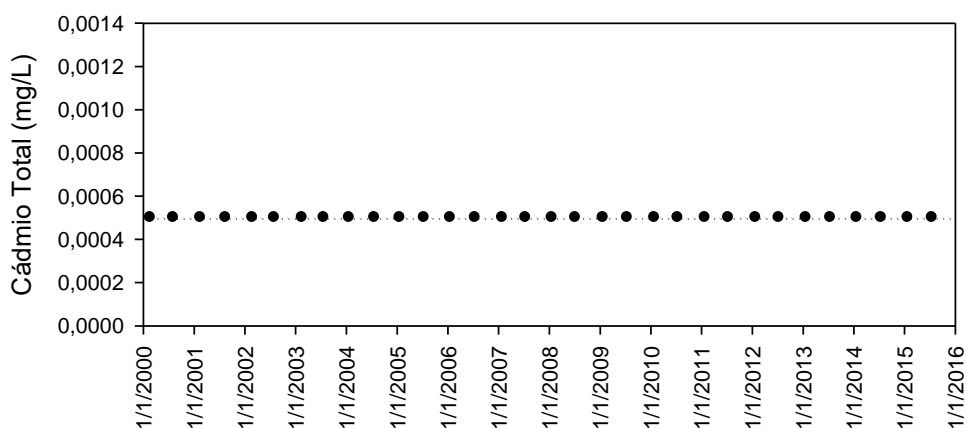
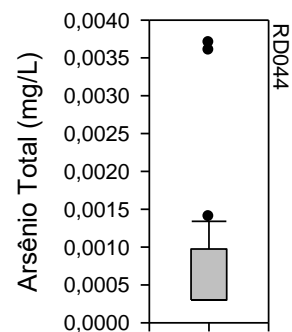
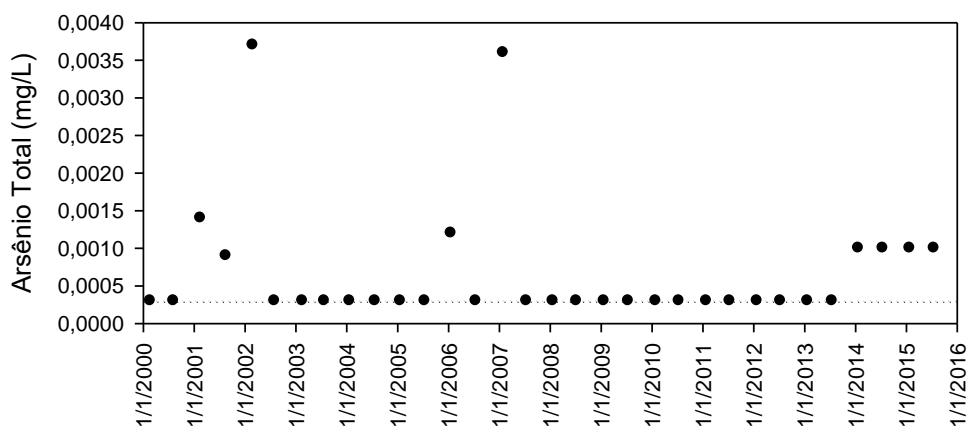


Gráfico 9 - Linha-base das concentrações de Arsênio Total, Cádmio Total, Cromo Total, Cobre Dissolvido, Mercúrio Total, Chumbo Total, Selênio Total e Zinco Total na água do Rio Doce em Governador Valadares (Estação IGAM RD044, equivalente às Estações ANA 56849000 e PQQSS RDO08) nos 16 anos que precederam o rompimento da Barragem do Fundão.

As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Se, Zn são elementos metálicos e metalóides figurando em listas de produtos químicos de preocupação prioritária (CEPA 1999, EC 2001, 2007; US-EPA 2006). Esquerda: gráfico de dispersão com série temporal. Direita: boxplot sintetizando toda a série temporal. Os limites inferior, médio e superior da caixa representam respectivamente o 25º, o 50º (=mediana) e o 75º percentil; as barras inferior e superior o 10º. e o 90º percentil; e os círculos representam outliers dos valores medidos. Todos os pontos de dados caindo sobre a linha horizontal estão, na verdade, abaixo do limite de quantificação (0,0003 mg/L para As, 0,0005 mg/L para Cd, 0,04 mg/L para Cr, 0,004 mg/L para Cu, 0,02 mg/L para Hg, 0,005 mg/L para Pb, 0,0005 mg/L para Se, 0,02 mg/L para Zn). Dados do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), acessados em novembro de 2018.



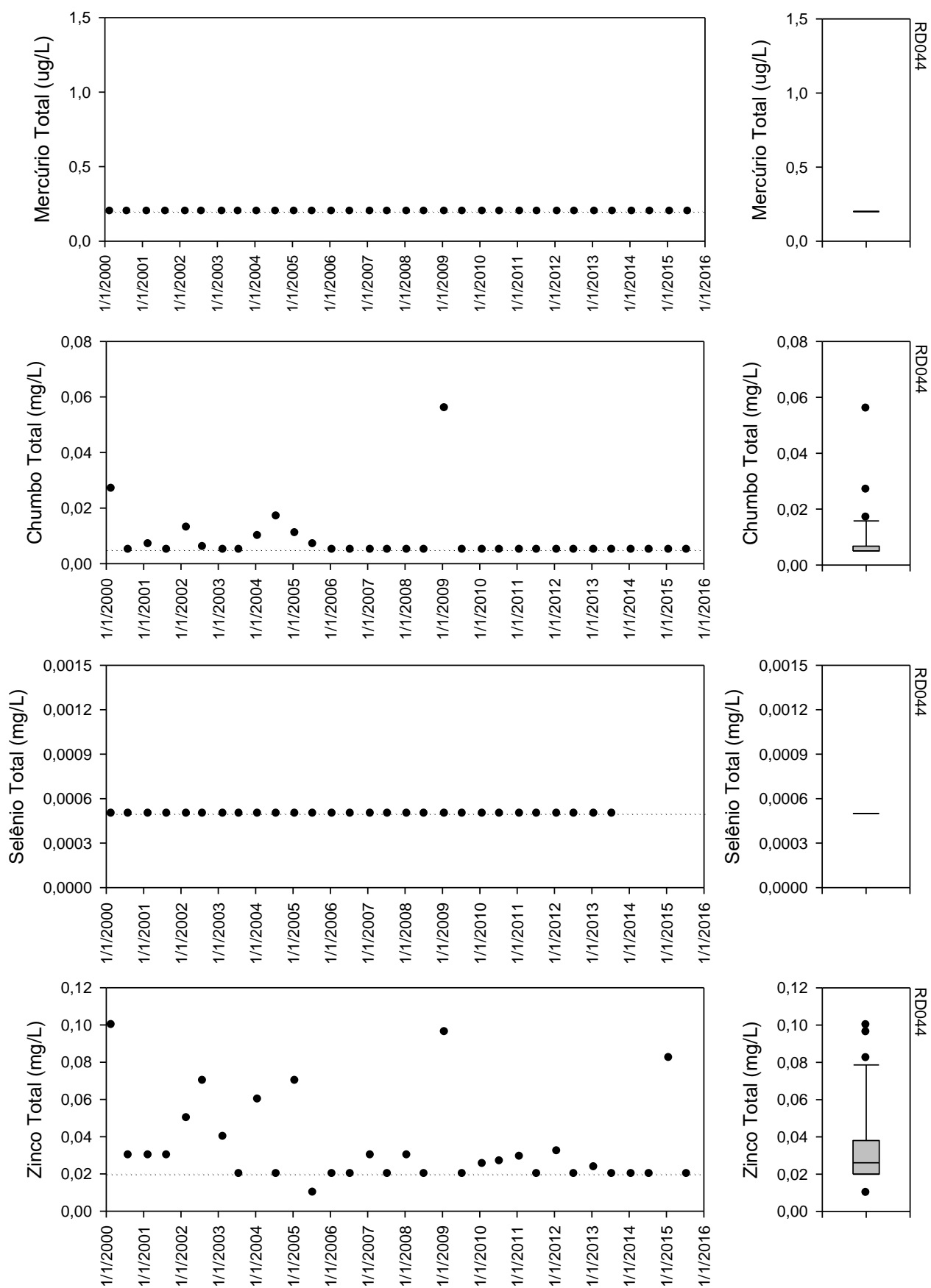
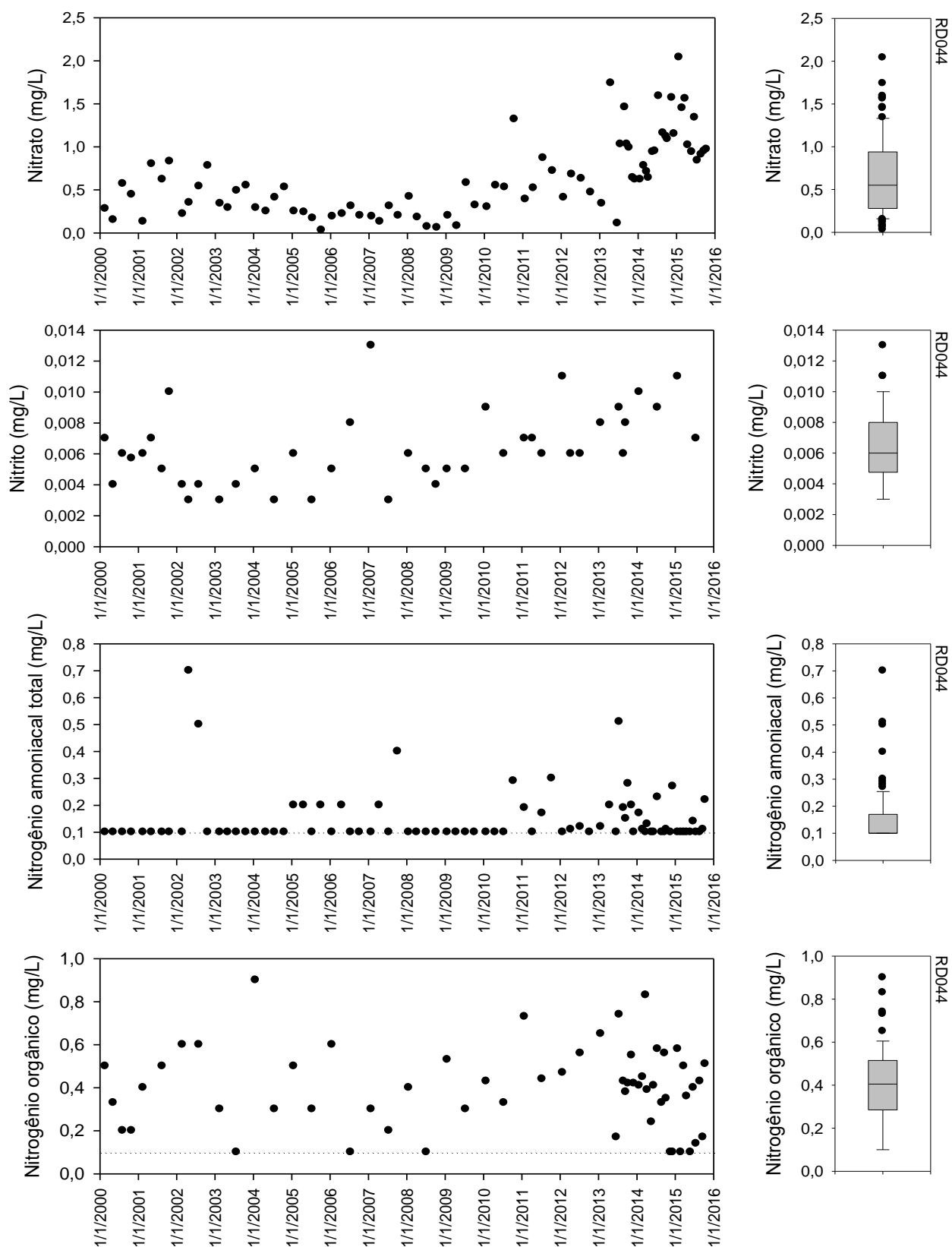




Gráfico 10 - Linha-de-base de concentração de nitrogênio e fósforo na água do Rio Doce em Governador Valadares (Estação IGAM RD044, equivalente às Estações ANA 56849000 e PQQSS RDO08) nos 16 anos que precederam o rompimento da Barragem do Fundão.

(a) Nitrato (b) Nitrito (c) Nitrogênio amoniacal (d) Nitrogênio orgânico (e) fósforo total. O nitrogênio e o fósforo são os principais nutrientes limitantes para a produção primária em ecossistemas aquáticos. Esquerda: gráfico de dispersão mostrando série temporal. Direita: boxplot sintetizando toda a série temporal. Os limites inferior, médio e superior da caixa representam respectivamente o 25º, o 50º (=mediana) e o 75º percentil; as barras inferior e superior o 10º. e o 90º percentil; e os círculos representam outliers dos valores medidos. No caso de nitrogênio amoniacal, nitrogênio orgânico e fósforo total todos os pontos de dados caindo sobre a linha horizontal pontilhada estão, na verdade, abaixo do limite de quantificação (< 0,10 mg/L, <0,01 mg/L) Dados do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), acessados em novembro de 2018.



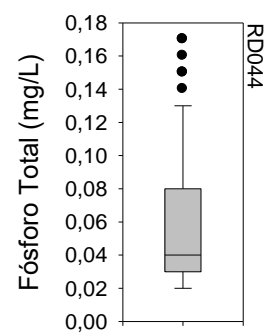
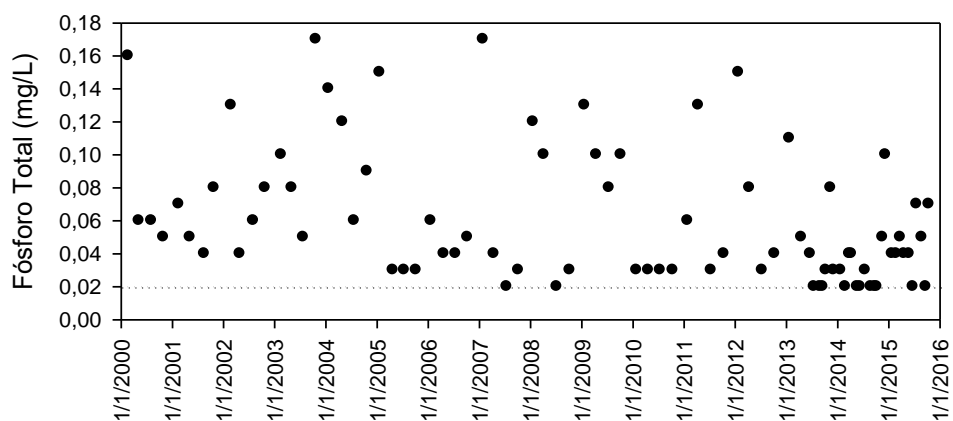


Gráfico 11 - Linha-base da contaminação orgânica e microbiológica da água do Rio Doce em Governador Valadares (Estação IGAM RD044, equivalente às Estações ANA 56849000 e PQQSS RDO08) nos 16 anos que precederam o rompimento da Barragem do Fundão.

Demanda Bioquímica de Oxigênio (acima) Concentração de coliformes termotolerantes ('fecais') (abaixo). Esquerda: gráfico de dispersão mostrando série temporal. Direita: boxplot sintetizando toda a série temporal. Os limites inferior, médio e superior da caixa representam respectivamente o 25º, o 50º (=mediana) e o 75º percentil; as barras inferior e superior o 10º. e o 90º percentil; e os círculos representam outliers dos valores medidos. No caso da DBO, todos os pontos de dados caindo sobre a linha horizontal estão, na verdade, abaixo do limite de quantificação (<2,0 mg/L). Dados do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), acessados em novembro de 2018.

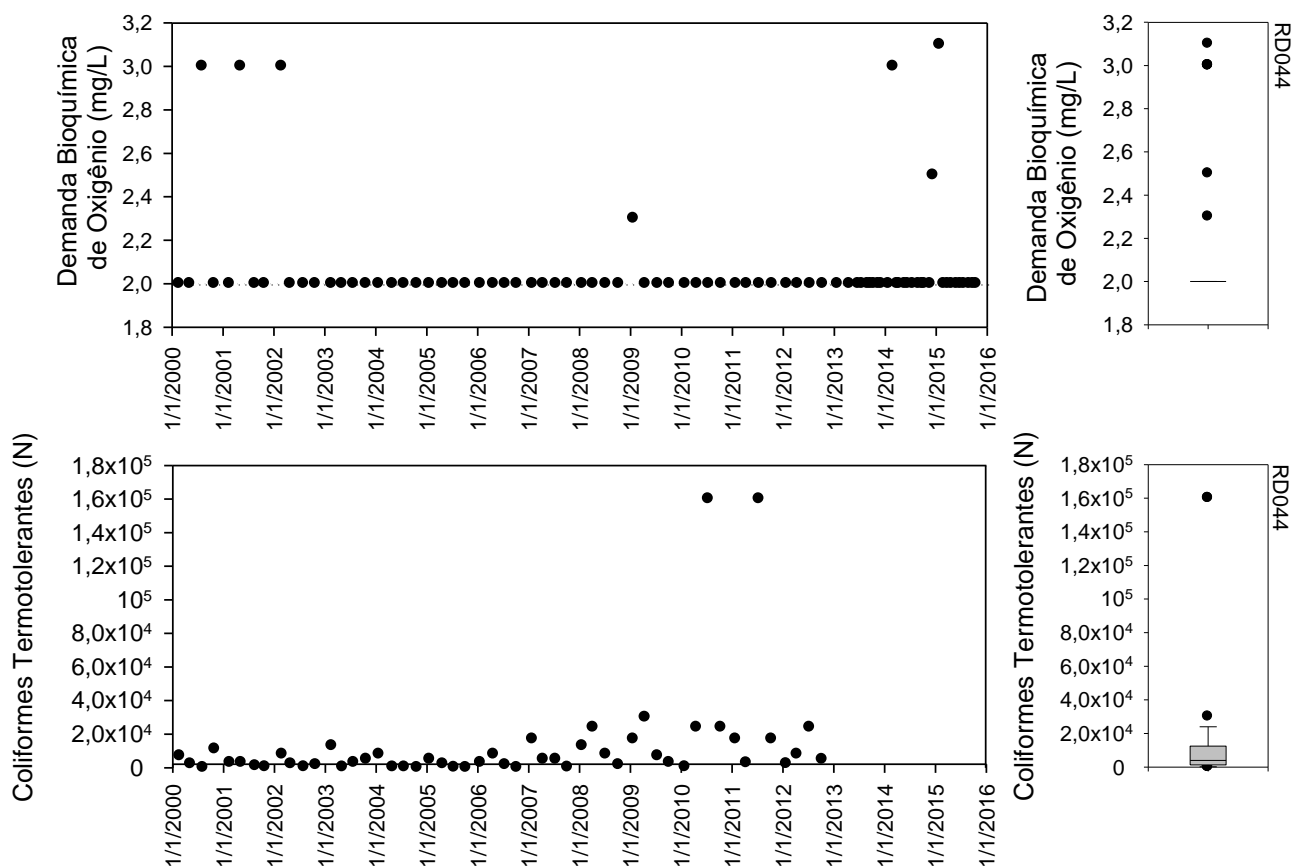
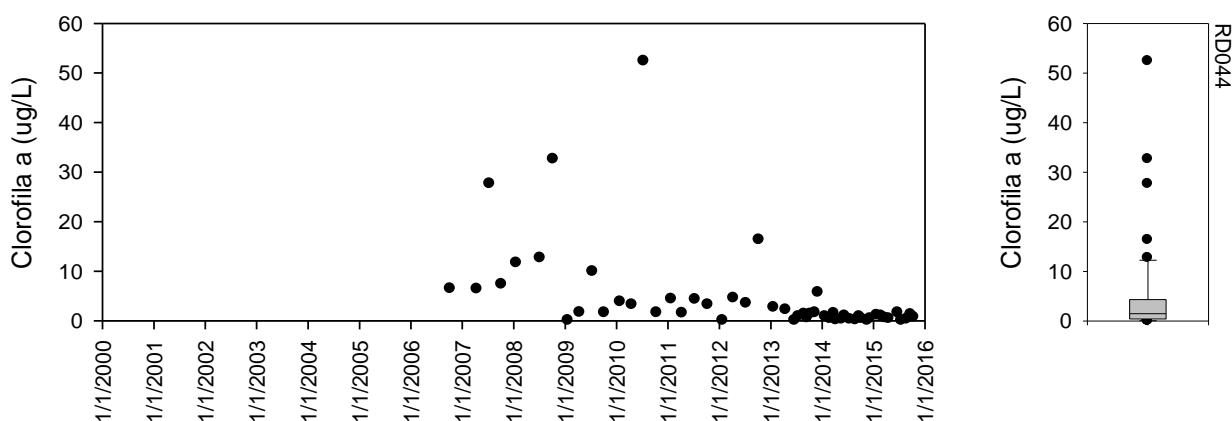


Gráfico 12 - Linha-base da concentração de clorofila a na água do Rio Doce em Governador Valadares (Estação IGAM RD044, equivalente às Estações ANA 56849000 e PQQSS RDO08) nos 16 anos que precederam o rompimento da Barragem do Fundão.

A concentração de clorofila é usada como indicadora da biomassa de algas do fitoplâncton. Esquerda: gráfico de dispersão mostrando série temporal. Direita: boxplot sintetizando toda a série temporal. Os limites inferior, médio e superior da caixa representam respectivamente o 25º, o 50º (=mediana) e o 75º percentil; as barras inferior e superior o 10º. e o 90º percentil; e os círculos representam *outliers* dos valores medidos. Dados do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), acessados em novembro de 2018.

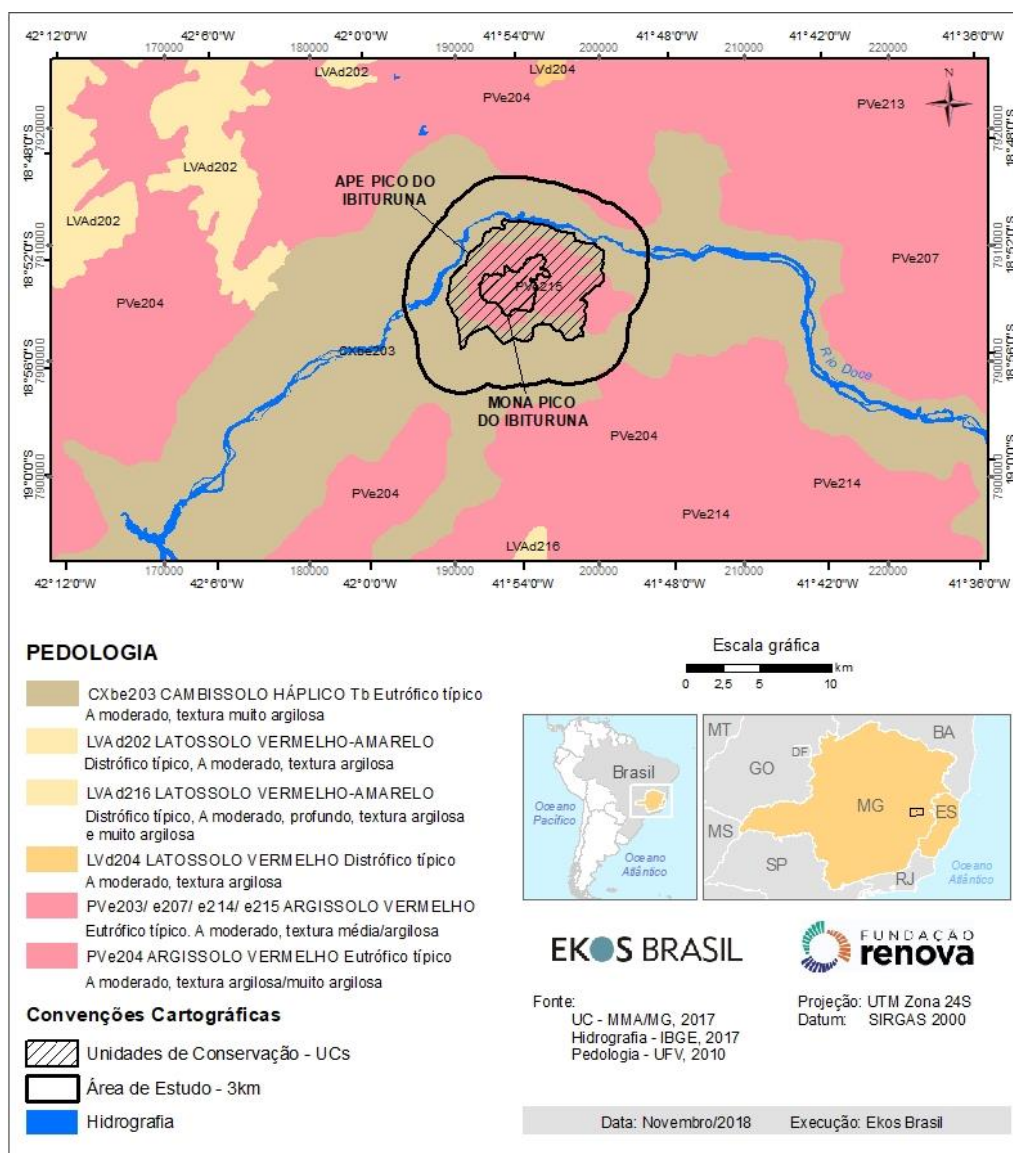


## 4.1.2.9 Pedologia

A integração das propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos permite que estes exerçam diferentes funções na paisagem, tanto do ponto de vista da ciclagem de nutrientes, favorecendo o desenvolvimento de plantas, quanto em relação a capacidade de suporte às alterações do meio, tendo em vista a conservação ambiental ou mesmo a produção agrícola (VEZZANI & MIELNICZUK, 2009; MPF, 2017, 2017a).

De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (EMBRAPA, 2018) e estudos regionalizados realizados pela Fundação Estadual do Meio Ambiente do Governo do Estado de Minas Gerais (FEAM, 2010), na área de estudo da UCMONA Pico do Ibituruna existem dois tipos de solos principais: Cambissolo háplico e Argissolo vermelho (Mapa 13).

Mapa 13 - Tipos de solo na área de estudo da UC MONA Pico do Ibituruna



Os **Cambissolos** são solos rasos, pouco desenvolvidos, o que pode ser evidenciado pela sua estrutura, que não expressa claramente o processo de alteração do material de origem e a estratificação dos sedimentos; com espessura no mínimo mediana (50-100 cm de profundidade). São solos fortemente, até imperfeitamente, drenados, rasos a profundos, de cor bruna ou bruno-amarelada, e de alta a baixa saturação por bases e atividade química da fração coloidal (AGEITEC, 2018). O horizonte B incipiente (Bi) tem textura franco-arenosa ou mais argilosa, e o solum, geralmente, apresenta teores uniformes de argila, podendo ocorrer ligeiro decréscimo ou um pequeno incremento de argila do horizonte A para o Bi. A estrutura do horizonte B pode ser em blocos, granular ou prismática, havendo casos, também, de solos com ausência de agregados, com grãos simples ou maciços (AGEITEC; EMBRAPA, 2018). Os **Cambissolos háplicos** possuem todas as características anteriores, mas não possuem um horizonte A húmico ou caráter flúvico em pelo menos 120 cm de sua espessura a partir da superfície. Devido à heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo e das condições climáticas, as características destes solos variam muito de um local para outro, podendo ocorrer em diversos ambientes: montanhosos ou baixadas (AGEITEC; EMBRAPA, 2018). Na área de estudo do MONA Pico da Ibituruna, esses solos ocupam a Zona de Amortecimento da UC, onde o relevo apresenta ondulações suaves e áreas mais planas, próximas ao Rio Doce. Estes solos possuem bom



potencial agrícola quando ocupam planícies aluviais e fluviais, como é o caso de boa parte dos Cambissolos háplicos situados na área de estudo, porém são sujeitos a inundações.

Os **Argissolos** são solos constituídos por material mineral, caracterizados pela presença de horizonte diagnóstico B textural, com acúmulo de argila em profundidade devido à mobilização e perda de argila da parte mais superficial do solo. O horizonte B textural é subsequente ao horizonte A ou E, sendo que este horizonte não atende aos padrões das classes dos luvisolos, planossolos, plintossolos ou gleissolos. Frequentemente os Argissolos são bem intemperizados e com baixa atividade da argila (baixa capacidade de troca de catiônica - CTC), podendo ser alíticos (altos teores de alumínio), distróficos (baixa saturação de bases) ou eutróficos (alta saturação de bases), sendo normalmente ácidos (AGEITEC; EMBRAPA, 2018). Neste último caso se enquadram os Argissolos da área de estudo, com predomínio dos **Argissolos vermelhos** eutrófico ocupando a porção mais central da Unidade de Conservação, de relevo montanhoso e encostas dissecadas. Os **Argissolos vermelhos** apresentam como característica complementar um matiz 2,5 YR ou mais vermelho ou com matiz 5YR e valores e cromas iguais ou menores que 4, na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (MPF, 2017a). Os Argissolos vermelhos eutrófico são os que apresentam as melhores condições de fertilidade dentro do Grupo dos Argissolos, com boas condições físicas para o uso agrícola (AGEITEC; EMBRAPA, 2018). No entanto, ainda sim possuem limitações quanto a sua fertilidade, devido a tendência a apresentar elevada acidez e teores de alumínio, sendo muito suscetíveis a processos erosivos, principalmente em relevos acidentados como é o caso dos Argissolos vermelhos situados na área de estudo. A Figura 5 ilustra processos erosivos na área de estudo.

Figura 5 - Processos erosivos nos solos da área de estudo



Fonte: Silva (2014).

Além dos tipos de solo da área de estudo, foi feito um levantamento sobre comportamento geral de algumas de suas propriedades pedológicas e tendências de concentrações de metais pesados. Esse levantamento se baseou nos trabalhos realizados pela FEAM (2013), Souza et al. (2015) e Ministério Público Federal (2017a), que analisaram e sistematizaram informações sobre a qualidade de tipos de solos do estado de

Minas Gerais. Dentre elas foi feita a avaliação dos padrões de qualidade dos Cambissolos háplicos e Argissolos vermelhos, presentes área de estudo, conforme a Tabela 13.

Tabela 13 - Propriedades e concentração de metais nos tipos de solos presentes no MONA Pico do Ibituruna

Propriedade ou Metais	Valor de Referência de Qualidade (VRQ) para Solo (mg.kg-1 de peso seco) <sup>7</sup>	Tipos de solo	
		Cambissolo háplico	Argissolo vermelho
Quant. De amostras	SL	85	18
pH	SL	5,3–14	5,7–8
CTC <sup>8</sup> 9 (cmolc kg-1)	SL	7,2–65	7,6–38
Matéria Orgânica Total (%)	SL	3,5–130	2,6–114
Teor de Argila (%)	SL	26,1–52	34,0–36
Alumínio (g kg-1)	SL	44,7–110	54,5–42
Ferro (g kg-1)	SL	38,7–59	38,5–48
Manganês (mg kg-1)	SL	311–434	206–189
Arsênio - As (mg kg-1)	8	5,0–291	1,4–163
Bário - Ba (mg kg-1)	93	80,9–148	43,9–125
Cádmio - Cd (mg kg-1)	<0,4	0,8–132	0,7–194
Cromo - Cr (mg kg-1)	75	67,0–177	62-92,0
Cobre (Cu)	49	37,1–92	23,4–72
Mercúrio - Hg (mg kg-1)	0,05	<LPQ <sup>9</sup>	0,1–134
Níquel - Ni (mg kg-1)	21,5	23,1–154	24,4–61
Chumbo - Pb (mg kg-1)	19,5	16,7–111	14,9–58
Zinco - Zn (mg kg-1)	46,5	45,6–71	36,6–52

Fonte: Adaptado de FEAM (2013), Souza et al. (2015) e MPF (2017a)

Apesar dos valores apresentarem uma faixa de variação, observando as máximas, pode-se observar que, em relação as propriedades dos solos: (i) o pH básico é uma tendência maior no Cambissolo háplico, e no Argissolo vermelho o pH tende a ser mais equilibrado; (ii) os índices mais elevados da capacidade de troca de catiônica no Cambissolo háplico indicam que, em geral, eles são menos intemperizados e tendem a apresentar argilas de mais alta atividade do que os Argissolos vermelhos; (iii) o Cambissolo háplico possui maior variação das concentrações de matéria orgânica e argila em todo o seu perfil do que o Argissolo vermelho; (iv) os minerais de alumínio e ferro são elevados, mas ainda sim a presença do alumínio é mais elevada, em especial no Cambissolo háplico; (iiv) o mineral manganês apresenta concentrações elevadas nos dois tipos de solos, principalmente no Cambissolo háplico, mesmo considerando a possibilidade de variação espacial das unidades pedológicas.

<sup>7</sup> SL (Sem limites estabelecidos)

<sup>8</sup> CTC (capacidade de troca de catiônica)

<sup>9</sup> LPQ (limite prático de quantificação)

Em relação aos metais pesados, as concentrações podem apresentar grande variabilidade nos Cambissolos háplico e Argissolos vermelho, o que dificulta um diagnóstico mais preciso sobre a tendência dos minerais analisados nessas unidades pedológicas. Observando os índices das máximas identificadas por tipo de solos com relação aos padrões VRQ, verifica-se que existe uma forte tendência de os minerais avaliados ultrapassarem os limites estabelecidos pela FEAM (2013) e SOUZA et al. (2015). Destaque pode ser dado para as concentrações de arsênio, cádmio, cromo e níquel no Cambissolo háplico, e do arsênio, cádmio e mercúrio no Argissolo vermelho.

Apesar de alguns desses metais serem importantes para a manutenção da biota, quando disponibilizados nos solos em altas concentrações ou em condições específicas, podem se tornar tóxicos e contaminar o ambiente (KABATA – PENDIAS, 2001; MPF, 2017, 2017a). Isso pode ter acontecido como efeito indireto do fluxo de rejeito originado do rompimento da Barragem de Fundão, em 2015. Contudo, não foram identificados estudos suficientes sobre a concentração de metais pesados nos solos da Unidade de Conservação, antes e pós o rompimento da barragem, para que se pudesse comparar os resultados.

## **4.2 Linha de Base do Meio Biótico**

### **4.2.1 Aspectos Metodológicos**

#### **Vegetação**

Para a classificação da vegetação foi adotado o Manual técnico da vegetação brasileira elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012). O referido manual utiliza o sistema fisionômico-ecológico para estabelecer as classificações da vegetação, o que, segundo o IBGE, delimita uma região: que corresponde a um tipo de vegetação que deve ser inicialmente separada por classe de formação, que corresponde à estrutura fisionômica determinada pelas formas de vida vegetal dominantes, podendo ser florestal (dominada por macrofanerófitos e mesofanerófitos) e não florestal (dominada por microfanerófitos, nanofanerófitos, caméfitos, hemicriptófitos, geófitos e terófitos) (IBGE, 2012).

Para obtenção dos dados sobre a flora, foram consultadas publicações em periódicos, teses, dissertações, planos de manejo e artigos. Para elaboração da lista de espécies ocorrentes na área, foram consultados bancos de dados online disponíveis nos portais SpeciesLink (<http://splink.cria.org.br/>), Global Biodiversity Information Facility (<http://www.gbif.org/>) e JABOT ([jabot.jbrj.gov.br/](http://jabot.jbrj.gov.br/)). Para classificação das espécies segundo o grau de ameaça utilizou-se as listas disponíveis da IUCN (2018), CNCFlores (2013) e COPAM (2008).

#### **Mastofauna**

Os mamíferos são um grupo de vertebrados com marcada variação de forma e hábitos. Os métodos utilizados para o seu estudo faz com que sejam tradicionalmente divididos em quatro grupos: pequenos mamíferos terrestres, incluindo no Brasil as Ordens Rodentia e Didelphimorphia, com espécies que dificilmente passam de 2 kg de peso; mamíferos voadores, pertencentes à Ordem Chiroptera (morcegos); mamíferos de médio e grande porte, geralmente acima de 2kg, pertencentes às Ordens Rodentia, Lagomorpha, Carnivora, Cetartiodactyla, Perissodactyla, Primates, Pilosa e Cingulata; e por último os mamíferos aquáticos, das Ordens Sirenia e Cetartiodactyla.

A divisão se dá em grande parte devido aos métodos de captura e amostragem utilizados, com os mamíferos de pequeno porte terrestres sendo capturados através de armadilhas de contenção e de queda, os quirópteros com o uso de rede de neblina, os mamíferos de médio e grande porte através de métodos de registro indireto como fezes ou pegadas, e diretos como avistamento e câmera-traps, e os aquáticos através de avistamento.

O presente diagnóstico tem como foco os mamíferos de pequeno porte, tanto terrestres como voadores, bem como as espécies de médio e grande porte presentes na área do MONA Pico do Ibituruna e no seu entorno. Para fins do diagnóstico, foram levantadas as espécies de provável ocorrência na área, com base na literatura, tanto histórica quanto atual, incluindo periódicos, teses, planos de manejo e informações sobre áreas protegidas.

O conjunto de dados obtidos foi utilizado como base para construir uma revisão do conhecimento, traçando um panorama das espécies de ocorrência para região e seus respectivos ambientes. Com base no conhecimento gerado, e especialmente com relação às espécies mais abundantes, espécies de importância, endêmicas, ameaçadas, bioindicadoras, sensíveis, poderão ser avaliados os impactos e buscadas possíveis estratégias de mitigação.

A lista de espécies de provável ocorrência foi elaborada com base no levantamento da mastofauna realizado na região do Pico do Ibituruna (Nunes et al., 2005), no diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Natural Municipal de Governador Valadares (Prefeitura de Governador Valadares, 2011) e nas publicações que tratam da distribuição de mamíferos da Mata Atlântica, complementadas com informações específicas sobre a ocorrência de algumas das espécies de distribuição mais restrita ou consideradas ameaçadas (Anacleto et al., 2014; Caso et al., 2008; Reis et al., 2006; Caso et al., 2015; Gardner, 2008; Bonvicino et al., 2008; Patton et al., 2015; Azevedo et al., 2013; Nascimento & Feijó, 2017; Trigo et al., 2013; Reis et al., 2013; Graipel et al., 2017; DeMatteo et al., 2018; Mendes et al., 2008; Naveda et al., 2018; Barquez & Diaz, 2015; Souza, 2009).

A taxonomia empregada baseia-se em Gardner (2018), Patton et al., (2015), Bonvicino et al. (2008), Reis et al. (2006) e Reis et al. (2013).

## **Avifauna**

A construção da linha de base para a avifauna foi feita a partir de dados secundários. Tal caracterização foi realizada sempre levando em consideração os demais componentes bióticos e abióticos do MONA Pico do Ibituruna e da matriz na qual ela se insere. Assim, foram investigadas praticamente todas as fontes publicadas disponíveis para a região, incluindo artigos publicados em periódicos científicos, livros e capítulos de livros e resumos de congressos. A busca por fontes históricas foi realizada através da consulta manual à compilação bibliográfica realizada por Oniki & Willis (2002) e da busca por localidades listadas em Paynter & Taylor (1991).

Um significativo número de relatórios técnicos e planos de manejo foram buscados junto ao Instituto Estadual de Florestas (IEF-MG). Teses de doutorado e dissertações de mestrado foram buscadas nos repositórios online das principais instituições que realizam pesquisa na bacia do Rio Doce, tais como UFV (<http://www.locus.ufv.br/>), UFES (<http://repositorio.ufes.br/>), UFMG (<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/>), USP (<http://www.teses.usp.br/>) e UFRJ (<http://minerva.ufrj.br/>).

Foram consultados, através de catálogos impressos (e.g. Pinto, 1938, 1944, 1964; Vielliard, 1994) ou planilhas digitais disponibilizadas pelos curadores dos acervos das seguintes coleções ornitológicas: Centro de Coleções Taxonômicas da Universidade Federal de Minas Gerais (DZUFMG), Museu de História Natural da Universidade Federal de Minas Gerais (MHNUFMG), Museu de Ciências Naturais da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (MCNA), Museu de Zoologia João Moojen de Oliveira da Universidade Federal de Viçosa (MZJMO) e Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP). Dados do Museu de Biologia Professor Mello Leitão (MBML) e do Museu Nacional do Rio de Janeiro (MNRJ) foram acessados através dos seus bancos de dados online disponíveis, respectivamente, nos portais *SpeciesLink* (<http://splink.cria.org.br/>) e *Global Biodiversity Information Facility* (<http://www.gbif.org/>). Além disso, foram também acessados através do portal VertNet (<http://vertnet.org/>) os dados do acervo de dezenas de coleções zoológicas estadunidenses e de outros países estrangeiros. Adicionalmente, foram consultados os arquivos sonoros da Fonoteca *Neotropical Jaques Vielliard, Borror Laboratory of Bioacoustics* e *Macaulay Library of Natural Sounds* através dos portais VertNet ou *SpeciesLink*. Foram também acessados todos os registros da plataforma de Ciência Cidadã Wikiaves (<https://www.wikiaves.com.br/>) para o município de Governador Valadares no qual o MONA Pico do Ibituruna se insere.

Com base neste conjunto de dados, foi compilada uma lista de espécies com ocorrência histórica (primeira metade do século XX) e moderna (após 1990) para a área de estudo, que foi considerada como sendo o município de Governador Valadares. O arranjo taxonômico e sistemático seguido é o proposto pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (Piacentini et al., 2015). Desta listagem foram destacadas as espécies de maior interesse conservacionista e de maior importância como indicadoras da qualidade ambiental. As espécies endêmicas da Mata Atlântica foram identificadas tendo como base a listagem de espécies da Mata Atlântica revisada por Moreira-Lima (2013), acrescida de outras listagens prévias disponíveis (Brooks et al., 1999; Silva et al., 2004). As espécies raras e sensíveis foram identificadas através da base de dados compilada por Parker (1996), sendo as espécies exóticas identificadas tendo como base a lista nacional de aves elaborada pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (Piacentini et al., 2015). O status de conservação foi definido em nível Global (IUCN, 2018), Nacional (MMA, 2014) e estadual (Biodiversitas, 2007).

Após a compilação da lista de espécies e a leitura do material bibliográfico disponível, foi realizada uma análise visual das imagens de satélite do MONA Pico do Ibituruna (evidenciada por meio de um polígono kml) e da sua paisagem de entorno utilizando-se o software *Google Earth* (<https://www.google.com/earth/>). Essa análise objetivou avaliar, entre outras coisas, o tipo e integridade da cobertura vegetal do MONA e sua inserção na paisagem (e.g. conectividade com fragmentos de vegetação nativo vizinhos, uso do solo predominante na matriz etc.). A ferramenta de visualização de “imagens históricas” permitiu que a interpretação das imagens de satélite fosse realizada para diversos períodos anteriores e posteriores ao rompimento da barragem, possibilitando inferências sobre a extensão e magnitude dos impactos.

## Herpetofauna



Para fins de delimitação geográfica do esforço de busca por dados secundários que contivessem registros de espécies adequados para compor a lista de ocorrência potencial ou conhecida usada para estabelecer a linha de base da herpetofauna do MONA Pico da Ibituruna, considerou-se as ocorrências realizadas dentro da Unidade de Conservação e/ou oriundas dos municípios que tocam a reserva ou o buffer de 5 km da margem do Rio Doce desde Belo Oriente até Aimorés, em Minas Gerais, isto é: Belo Oriente, Bugre, Iapu, Naque, Periquito, Sobrália, Fernandes Tourinho, Alpercata, Governador Valadares, Tumiritinga, Galiléia, Conselheiro Pena, Resplendor, Itueta, Santa Rita do Itueto e Aimorés. Os municípios foram agrupados por estarem no trecho médio do Rio Doce, apresentarem vegetação em geral bastante fragmentada e degradada, compartilharem originalmente o mesmo tipo de vegetação (floresta estacional semidecidual) sem a presença dos lagos pertencentes ao sistema lacustre do médio Rio Doce e altitudes que variam na calha do rio entre cerca de 200 e 75 m acima do nível do mar.

Considerando esse recorte espacial, foi realizada a revisão da literatura científica. Foram ainda checados todos os volumes dos periódicos *Herpetological Review* e *Catalogue of American Amphibians and Reptiles*, que não estão integrados a nenhuma base de dados, mas encontram-se disponibilizados em <http://www.zenscientist.com>. Dissertações e teses disponíveis publicamente foram consultadas nos portais Domínio Público, Locus (<http://www.locus.ufv.br/>), Biblioteca Digital UFMG (<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/>), Biblioteca Digital USP (<http://www.teses.usp.br/>) e Minerva (<http://minerva.ufrj.br/>).

Ainda foram consultados registros presentes em três bases de dados que integram dados de coleções científicas de diversos locais do mundo, a saber: GBIF (<http://www.gbif.org/>) que possui cerca de 640 milhões de registros de quase 30 mil instituições; *SpeciesLink* (<http://splink.cria.org.br/>) com cerca de 8 milhões de registros de cerca de 450 instituições e; herpNet (<http://www.herpnet.org/>) com 18 milhões de registros de cerca 300 coleções.

Além dos registros das bases online acima referidas foram verificados diretamente os registros presentes nas seguintes coleções, considerando todos os municípios da área de estudo: Coleção de Herpetologia da Centro de Coleções Taxonômicas da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), do Museu de Zoologia João Moojen, da Universidade Federal de Viçosa (MZUFV), da Coleção de Herpetologia da Universidade Federal de Viçosa – Campus Florestal (UFVF) e da Coleção de Herpetologia do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP).

Não foram considerados táxons identificados apenas até o nível de gênero, designados apenas como “sp.”, “cf.”, “aff.” e “gr.”, a menos que haja indícios de que se tratem de espécies potencialmente novas para a ciência ou que constituam registros importantes de gêneros ou grupos de espécies para a região. Critério similar foi adotado para registros de espécies que sabidamente não ocorrem na área de estudos.

Três trabalhos realizados por alunos de graduação da Universidade Vale do Rio Doce (UNIVALE) em Governador Valadares (Franco, 2003; Soares & Morais, 2003a, b) constituem os únicos estudos realizados dentro ou no entorno dos limites do MONA. Visto que esses estudos contêm registros duvidosos, identificações erradas e registros equivocados para a região, foi feita uma triagem objetivando aproveitá-los da melhor maneira possível, visto que são os únicos disponíveis para a UC. Os espécimes testemunhos desses estudos foram depositados na MZUFV e, portanto, tiveram sua identificação checada. Entretanto, nem todas as espécies referidas nos trabalhos possuem testemunhos. Dessa forma, algumas identificações precisaram ser descartadas e outras corrigidas quando possível.

Visto a grande amplitude temporal coberta pelo levantamento de dados secundários, algumas ocorrências constituem registros históricos realizados em condições de preservação da Mata Atlântica bem melhores que a atual, a exemplo dos realizados pela expedição Tayer em 1865, entre Aimorés e Linhares, e depositados



no *Museum of Comparative Zoology de Harvard* e os coletados por Ernst Garbe, nessa mesma região, em 1906 e tombados no MZUSP, dentre outros mais recentes realizados na primeira metade do século XX. Dessa maneira, baseado nos requerimentos ambientais das espécies e no tamanho e estado de conservação da UC, algumas espécies não foram consideradas no estabelecimento da linha de base, visto que a sua ocorrência na área de estudo atualmente é muito improvável. Assim, devido ao pequeno tamanho do MONA Pico do Ibituruna e o estado de conservação da sua vegetação pressupõe-se que a jararaca-de-patioba, *Bothrops bilineatus bilineatus*, e a surucucu-pico-de-jaca, *Lachesis muta*, não ocorrem atualmente na referida UC, já que são exigentes ambientalmente e precisam de fragmentos maiores e em estágios de regeneração mais avançados para ocorrer.

A classificação taxonômica utilizada para os anfíbios seguiu Frost (2018) e para répteis Costa & Bernils (2018). Thomé et al. (2010) demonstraram que *Rhinella pombali* é um híbrido de *Rhinella crucifer* e *Rhinella ornata*, portanto nos referimos a esse táxon como *Rhinella crucifer* x *Rhinella ornata*. A ocorrência de espécies oficialmente ameaçadas de extinção seguiu a lista da IUCN (2017), a lista oficial da fauna brasileira ameaçada de extinção (ICMBio, 2014, MMA, 2014), a lista das espécies da fauna ameaçada de extinção no estado de Minas Gerais (Biodiversitas, 2007, COPAM, 2010) e Espírito Santo (Gasparini et al., 2007).

As espécies *Bokermannohyla* sp., *Ololygon* sp., *Phasmahyla* sp., *Hylodes* sp. registradas no Parque Estadual Sete Salões e depositadas no MZUFV não foram consideradas como de potencial ocorrência no MONA Pico do Ibituruna. Ao que tudo indica, essas espécies provavelmente só ocorrem naquele complexo de montanhas (F. Leite, observação pessoal) que possui características distintas do MONA.

O jacaré-do-papo-amarelo, *Caiman latirostris*, provavelmente possui ampla distribuição ao longo do médio e baixo Rio Doce. Dessa maneira, a sua ocorrência foi considerada potencial na região do rio situada na área de entorno do MONA Pico do Ibituruna, mesmo não havendo registros formais da sua ocorrência nesse trecho do rio. O mesmo foi considerado para o cágado *Hydromedusa maximiliani* que tem registros conhecidos em pequenos riachos de montanha, desde as cabeceiras do Rio Doce, em Mariana (Costa et al., 2015), até o Parque Estadual Sete Salões (F. Leite, observação pessoal). Assim, sua ocorrência foi considerada potencial na UC, que se encontra dentro dessa área de distribuição e possui ambientes similares aos habitados pela espécie.

## **Ictiofauna**

A estruturação da base de dados da ictiofauna com potencial ocorrência no MONA Pico do Ibituruna e em sua respectiva Zona de Amortecimento foi realizada com base em levantamento de dados secundários.

Para tanto, foi realizado o levantamento, das informações sobre a ictiofauna da bacia do Rio Doce depositadas em coleções científicas, disponíveis na plataforma *SpeciesLink* (CRIA, 2018), com identificação confirmada por especialistas, informações consultadas na coleção ictiológica do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP), complementadas por dados de Vieira (2010), ocorrências do Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (ICMBIO/MMA, 2018) e dados do monitoramento de ictiofauna em andamento, disponibilizado pela Fundação Renova. Foram considerados todos os municípios com alguma porção inserida na Zona de Amortecimento da Unidade de Conservação.

Não há caracterização prévia da ictiofauna do MONA Pico do Ibituruna. Para a construção da linha de base para a ictiofauna foram considerados dados dos municípios de Governador Valadares-MG e Alpercata-MG

(Mapa 2). Posteriormente, as coordenadas dos dados utilizados para a construção da linha de base foram plotadas para visualizar a espacialização dos dados obtidos na área de estudo (Mapa 19).

Devido à sua particularidade geográfica, sendo um pico rochoso, existem poucos corpos d'água com extensão suficiente para abrigar assembleias de peixes nos limites da UC. No entanto, a APE Pico do Ibituruna atua como Zona de Amortecimento ao MONA e conta com uma considerável rede hidrográfica, porém com nenhuma informação levantada para a ictiofauna, sendo assim, a lista de espécies com potencial de ocorrência no entorno do MONA Pico do Ibituruna é a mesma para a APE.

O Diagnóstico de Linha de Base forneceu as primeiras diretrizes para as respostas das perguntas orientadoras (Anexo V). As perguntas do meio biótico e que orientarão os levantamentos foram:

- (b) Com a chegada da lama de rejeitos na UC, qual componente ou compartimento dos meios físicos e/ou biótico foi afetado. Além disso, mapa das UCs e Zona de Amortecimento
- (c) Quais evidências apontam que a lama foi depositada ou interferiu no ambiente?
- (d) A presença da lama nas áreas atingidas causou alguma alteração física, biológica ou de utilização socioeconômica dos seus recursos?
- (e) Quais espécies foram afetadas, e como o foram (quais aspectos do ciclo biológico) pela incidência da lama de rejeitos, de sua pluma ou em decorrência de alterações das características físicas e químicas dos ambientes e meios?
- (f) As atividades e projetos desenvolvidos na UC sofreram alguma alteração após a chegada da lama de rejeitos (ex.: mortalidade de animais, modificação nas propriedades físicoquímicas da água, deposição da lama de rejeitos, diminuição da visitação, necessidade de alteração de projeto de pesquisa, manejo ou exploração de recursos, ou cancelamento do mesmo)?
- (h) Nas áreas em que a lama ficou depositada, quais as alterações físicas, químicas e biológicas observadas? A lama afetou áreas de reprodução de espécies aquáticas e anfíbios? Quais espécies foram afetadas (destaque para espécies raras, endêmicas ou ameaçadas cuja ocorrência foi registrada na UC e sua Zona de Amortecimento)? A deposição de lama afetou as áreas de forrageamento e reprodução de espécies de aves aquáticas ou migratórias? Quais espécies foram afetadas (destaque para espécies raras, endêmicas ou ameaçadas cuja ocorrência foi registrada na UC e sua Zona de Amortecimento)?
- Quais as técnicas recomendadas para recuperação ou restauração das áreas afetadas? Há viabilidade da dragagem de alguns pontos onde o depósito de lama promove alterações drásticas que prejudicam a reprodução ou o fluxo de fauna? No caso de afetação de vegetação, haja vista que a lama altera o substrato comprometendo a regeneração natural, quais as estratégias recomendadas para recuperação dessas áreas?
- (j) Haja vista que a recuperação de APPs pode ser uma estratégia para otimizar processos de recarga, redução de assoreamento e aumento de habitats para as populações aquáticas afetadas, quais áreas de APP nas UCs afetadas e em suas zonas de amortecimento poderiam ser recuperadas (mapeamento georreferenciado)? Quais as técnicas/ações recomendadas, na perspectiva de melhorar a qualidade da água e aumentar as áreas potenciais para reprodução de peixes, anfíbios e crustáceos de água doce?
- (k) Com o “rompimento da barragem, houve aumento no isolamento de populações de mamíferos nas diferentes margens do Rio Doce? Dar destaque para *Lontra longicaudis* (lontra), *Hydrochoerus hydrochaeris* (capivara), *Tapirus terrestris* (anta), *Panthera onca* (onça pintada) e *Puma concolor* (onça parda). Os aumentos da conectividade dos remanescentes destas áreas poderiam aumentar a viabilidade dessas populações? Quais as áreas (mapeamento georreferenciado) cuja conservação ou recuperação poderiam contribuir para o aumento da conectividade e a viabilidade dessas

espécies? Que áreas devem ser priorizadas para a expansão das UCs atingidas ou a criação de novas UCs a título de compensação?

- (n) Qual o impacto da alteração da qualidade da água e substrato do Rio Doce (e demais corpos d'água afetados) em termos limnológicos? Quais os desdobramentos dessas alterações nos processos e populações dos ambientes terrestres a que estão associados?
- (o) Quais impactos (identificáveis e potenciais) do aumento da turbidez e demais alterações na qualidade da água do Rio Doce (e demais corpos de água) na riqueza, diversidade e dominância das espécies aquáticas de invertebrados e vertebrados (destaque para peixes, anfíbios e crustáceos de água doce)? Quais espécies de peixes e anfíbios foram eliminadas, ou tiveram suas populações muito reduzidas (destaque para espécies raras, endêmicas e ameaçadas)?
- (p) Qual o impacto da alteração da qualidade da água e substrato do Rio Doce (e demais corpos d'água afetados) na distribuição de espécies da ictiofauna e herpetofauna ocorrentes nas UCs afetadas (destaque para as espécies raras, ameaçadas, endêmicas e “de piracema”)? Houve isolamento de populações? Quais as perspectivas para a reversão do quadro (se basear nos requisitos de habitat de espécies indicadoras ou chave)? Quais as ações/programas ou projetos poderiam mitigar esse impacto?
- (q) Considerando que espécies sensíveis são mais afetadas nos casos de alterações drásticas do ambiente, o controle de espécies de peixes exóticas invasoras poderia minimizar o impacto sobre as espécies de peixes nativas? Quais as ações/programas/projetos recomendados?
- (r) Com relação aos aspectos acima elencados (p), no caso de espécies afetadas, quais aspectos do seu ciclo biológico foram afetados? No caso de espécies raras, ameaçadas, endêmicas, migratórias ou “de piracema”, quais as medidas propostas para garantir a viabilidade das populações existentes na UC e sua Zona de Amortecimento
- (s) Nas áreas de deposição foi observada alteração da comunidade florística ou indícios de intoxicação ou déficit nutricional nas plantas, principalmente nas plântulas e no extrato herbáceo? Houve impacto sobre o recrutamento de novos indivíduos? Quais ações necessárias para a reversão deste quadro e para a recuperação das margens afetadas?
- (x) Quais os tipos de pressão sobre as UCs foram intensificadas após o evento? Houve algum tipo de pressão antrópica que surgiu após o evento e não era observada no período anterior ao mesmo? Quais ações devem ser utilizadas para mitigar as pressões exercidas sobre a UC? (Destaque para o incremento de caça e pesca dentro das UCs) Quais as principais pressões sobre a UC antes e depois do rompimento da barragem?
- (y) Quais ações de apoio à comunidade podem diminuir as pressões observadas na UC? Sendo constatado o aumento da pesca e caça na UC, e considerando que espécies mais sensíveis tendem ter suas populações reduzidas, quais as formas de viabilizar a implantação de projetos junto às comunidades para reprodução dessas espécies de peixes? Considerando as espécies mais valorizadas para a pesca comercial e artesanal, qual a viabilidade de criação de áreas de produção dessas espécies para exploração pela comunidade do entorno da UC, a partir do etnoconhecimento local (entendimento e conhecimento das comunidades afetadas)? Quais outros recursos impactados e como diminuir as pressões sobre eles a partir do etnoconhecimento local? Que tipo de uso econômico a comunidade faz na UC?

#### **4.2.2 Histórico do Conhecimento da Biodiversidade do Médio e Baixo Rio Doce nos Séculos XIX e XX**

No século XIX, com a vinda da família real portuguesa, vários naturalistas tiveram acesso ao Brasil, coletando espécimes e aumentando o conhecimento sobre a fauna e a flora locais (Graipel et al., 2017). A região do Rio Doce foi cenário de diversas expedições de naturalistas, em sua maioria europeus, com foco no aumento do conhecimento zoológico e botânico da região.

Um dos primeiros naturalistas a levantar a fauna da bacia do Rio Doce, ainda no início do século XIX, foi o zoólogo alemão Freyreiss, que veio ao Brasil a convite do cônsul da Rússia, Gregor von Langsdorff, auxiliar em atividades de coleta e preparação de espécimes zoológicos. Juntamente com o Príncipe Maximilian de Wied-Neuwied e com o botânico Friedrich Sellow, em 1815 Freyreiss explorou a região do baixo Rio Doce até a costa do Espírito Santo, coletando e enviando espécimes zoológicos e botânicos para museus europeus (Freireyss, 1906; Papavero, 1971; Pinto, 1952; Pinto, 1979; Bokermann, 1957; Moraes et al. 2014).

Auguste de Saint-Hilaire, botânico francês, foi outro naturalista a conduzir expedições de levantamento botânico e zoológico na bacia do Rio Doce. Inicialmente foi acompanhado por Langsdorff, coletando no alto Rio Doce. Langsdorff retorna então ao Rio de Janeiro, e Saint-Hilaire continua a expedição, visitando Itabira, Itambé do Mato Dentro, Morro do Pilar, Conceição do Mato Dentro, Serro, e Peçanha, às margens do Rio Suaçuí (Papavero, 1971; Pinto, 1952; Pinto, 1979; Saint-Hilaire, 1975). Em 1818 explora a região do baixo Rio Doce, visitando Regência, Lagoa Juparanã e outras áreas próximas a Linhares, coletando principalmente mamíferos, aves e exemplares botânicos (Papavero, 1971; Saint-Hilaire, 1974). A contribuição de Saint Hilaire ao conhecimento da região dá-se também através de suas descrições das florestas nativas e dos tipos vegetacionais presentes (Saint-Hilaire, 1974; 1975; 2011).

Johann Baptiste von Spix, famoso zoólogo alemão, percorreu grande parte do leste do Brasil, juntamente com o botânico Karl Friedrich von Martius. Os dois naturalistas exploraram a região do alto Rio Doce em 1818 (Vanzolini, 1981), resultando na descrição de diversas novas espécies (Papavero, 1971; Pinto, 1979; Vanzolini, 2004).

Ao longo de sua história, o Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo tradicionalmente contratava naturalistas viajantes para realizar coletas, aumentando o número de espécimes depositados nas coleções. No início do século XX, um destes coletores, Ernst Garbe, juntamente com seu filho Walter, empreendeu uma viagem ao Espírito Santo, coletando em Ibirapu e seguindo para o baixo Rio Doce (Pinto, 1945), estabelecendo-se primeiramente em Colatina e posteriormente no Baixo Guandú; e coletando em Linhares e Lagoa Juparanã (Ihering, 1911).

Em 1925 a ornitóloga alemã Emilie Snethlage, naturalista-viajante então contratada pelo Museu Nacional do Rio de Janeiro, explorou a bacia do Rio Doce, coletando no baixo Rio Doce, em Colatina, Lagoa Juparanã e Baixo Guandu (Aguirre, 1951; Ruschi, 1951).

Em 1939, uma parceria entre o Instituto Oswaldo Cruz e o Museu de História Natural de Berlim resultou na expedição liderada pelo ornitólogo alemão Adolf Schneider. Da expedição faziam parte o ornitólogo alemão Helmuth Sick, os técnicos do Instituto Oswaldo Cruz, Álvaro Aguirre e Antônio Aldrighi, o caçador Adauto Miranda e a taxidermista Margarete Schneider (Pacheco & Bauer, 1995). Após a expedição, Helmut Sick decidiu permanecer no Espírito Santo, tendo coletado ao longo de dois anos na Serra de Jatiboca, perto de Itarana. Visitou ainda outras localidades próximas, incluindo Linhares, Santa Teresa, Serra do Caparaó e Sooretama (Pacheco & Bauer 1995), aumentando grandemente o conhecimento ornitológico da região.

Uma das mais importantes expedições realizadas na bacia do Rio Doce foi organizada pelo Museu de Zoologia da USP em 1940 e liderada pelo ornitólogo Olivério Pinto, contando com a presença de Benedito Soares, e dos coletores profissionais Alfonso Olalla e Walter Garbe. Resultou na coleta de mais de 1500 exemplares em Minas Gerais no Espírito Santo, e especificamente no baixo Rio Doce, no Rio São José e na Lagoa Juparanã (Pinto, 1945; 1952).

Também em 1940 uma expedição conjunta do Serviço de Estudos e Pesquisas da Febre Amarela e da Rockefeller Foundation, envolvendo os pesquisadores do Museu de Zoologia da USP; do Museu Nacional do Rio de Janeiro; e do Museu de História Natural de Nova Iorque, Herbert Berla, Gentil Dutra, Leoberto C. Ferreira e Ernest Holt, explorou o baixo Rio Doce coletando em Ibiraçu e Colatina (Pinto, 1945; Pacheco & Parrini, 1999).

Augusto Ruschi, então pesquisador do Museu Nacional do Rio de Janeiro, foi mais um zoólogo a explorar a região, coletando intensivamente no Espírito Santo, e na bacia do Rio Doce, especialmente em Linhares, entre as décadas de 1940 e 1970 (Vieillard, 1994). Na década de 60, Rolf Grantsau realizou coletas em Colatina (Vasconcelos & Pacheco, 2012), contribuindo especificamente para o aumento do conhecimento sobre as espécies de beija-flores.

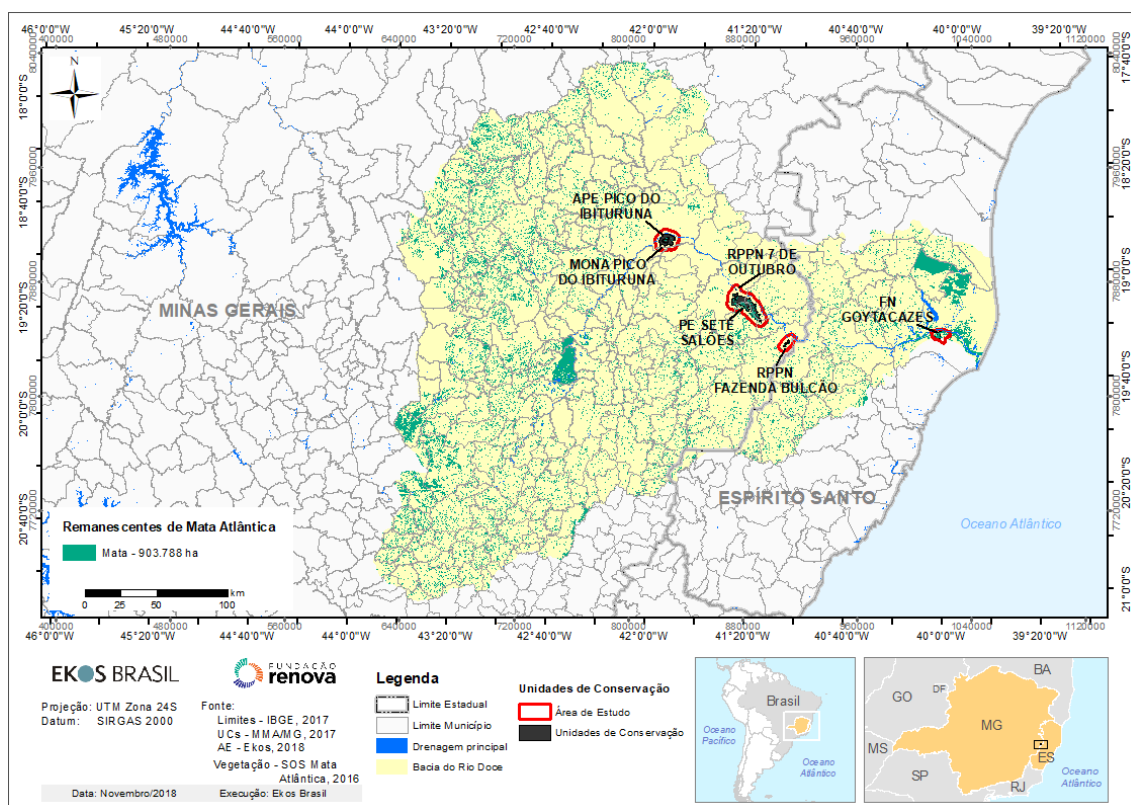
## **4.2.3 Caracterização da Linha de Base do Meio Biótico no MONA Pico do Ibituruna**

### **4.2.3.1 Vegetação**

O MONA Pico do Ibituruna é do grupo de uso de proteção integral e de jurisdição legal da Mata Atlântica (Mapa 14). Segundo o Decreto Federal nº 750/1993, considera-se:

Mata Atlântica as formações florestais e ecossistemas associados, inseridos no domínio Mata Atlântica, com as respectivas delimitações e denominações estabelecidas pelo Mapa de Vegetação do Brasil, IBGE: Floresta Ombrófila Densa Atlântica; Floresta Ombrófila Mista; Floresta Ombrófila Aberta; Floresta Estacional Semidecidual; Floresta Estacional Decidual; manguezais; restingas; campos de altitude; brejos interioranos e encaves florestais do Nordeste (BRASIL, 1993).

Mapa 14 - Mapa de vegetação e bacia do Rio Doce



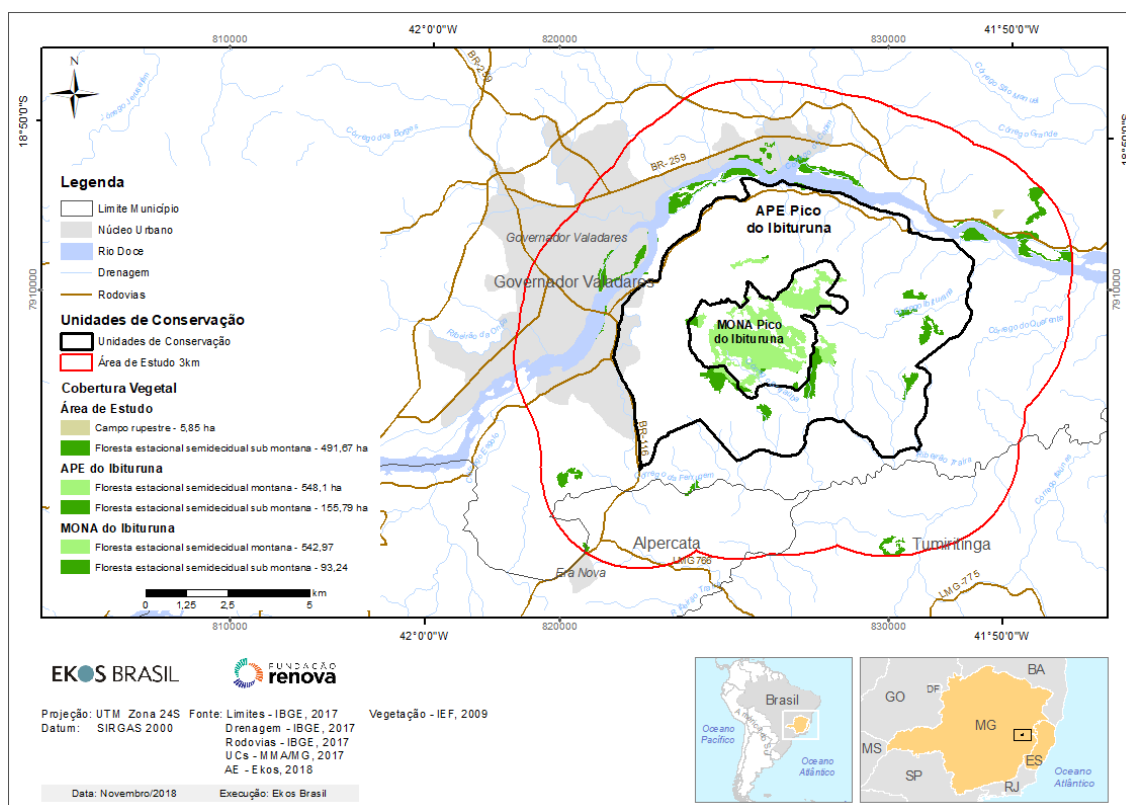
Foi criado com 1.076,21 hectares, pela Lei nº 21.158, de 17 de janeiro de 2014, com o objetivo de garantir maior proteção à área já tombada pela Constituição Estadual e, também, abrigar uma APE dos mananciais ali existentes. Além de integrar o Sistema Estadual de Unidades de Conservação (SEUC) e o SNUC (Minas Gerais, 2014). O IEF é a instância estadual responsável pelo monumento natural no município de Governador Valadares.

O MONA é o maior remanescente florestal contínuo do município de Governador Valadares (Mapa 15). A região abrange a APE Pico do Ibituruna. Figura como uma das mais importantes áreas na preservação de mananciais dos recursos hídricos da região do Rio Doce e é fonte de abastecimento de água para a população local. O Pico do Ibituruna possui 1.123 metros de altitude.

Originalmente a área fora recoberta por Floresta Estacional Semidecidual, no entanto, com a exploração madeireira e avanço das atividades agropecuárias, essa foi substituída por pastagem (Baruqui, 1982).



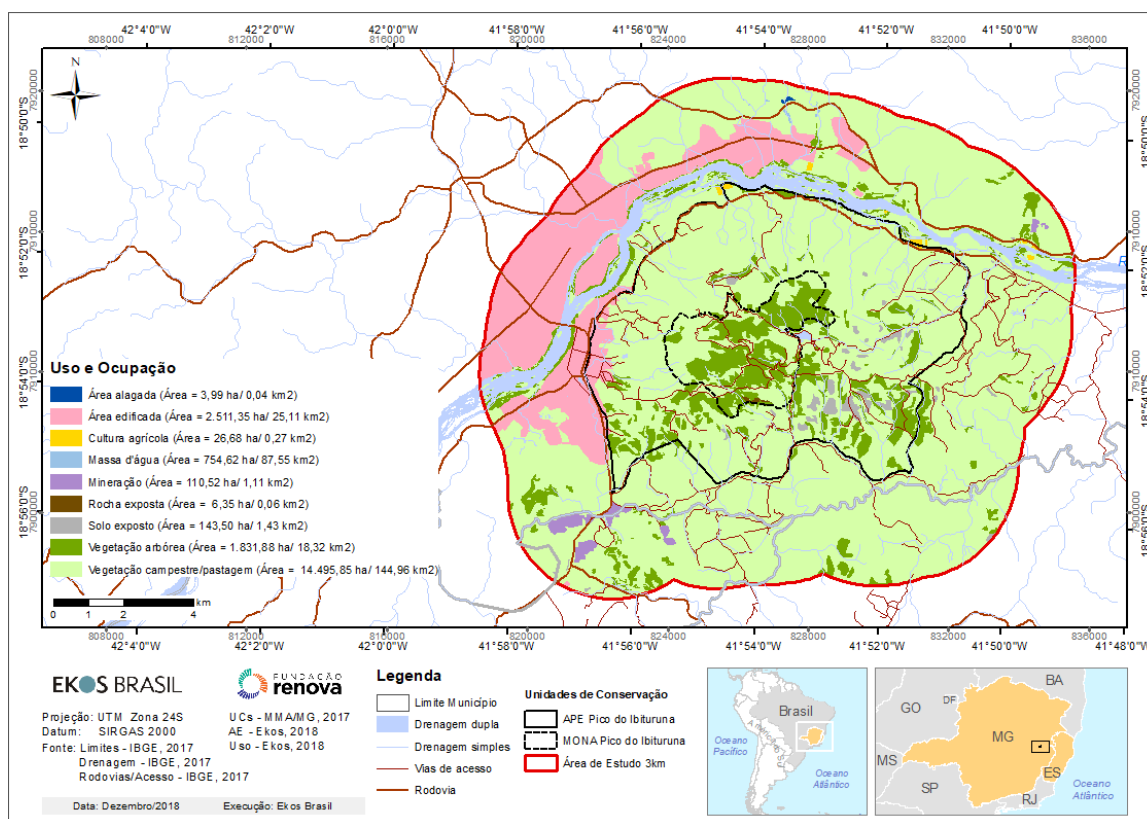
Mapa 15 - Mapa da cobertura vegetal da área de estudo MONA Pico do Ibituruna e entorno.



Em um estudo de caracterização da vegetação do Pico do Ibituruna realizado em 2004, concluiu-se que, de forma geral, o estado de conservação das áreas amostradas apresenta predominância de espécies pioneiras e secundárias iniciais, reforçando o estado de regeneração predominante na paisagem da Unidade de Conservação. Dados coletados nas áreas de amostragem indicam vocação florestal em relação ao hábito das espécies destas áreas, uma vez que do total de espécies amostradas, 47% apresentavam hábito arbóreo (SEMA/SMDE, 2004). Além disso, a vegetação da área encontra-se degradada e pastagens em situação precária com solos degradados, erosão laminar em consequência do super pastoreio e queimadas constantes (SEMA/SISEMA/IEF, 2012).

Atualmente, a matriz savanóide predominante na área é um reflexo do histórico de ocupação e atividades econômicas na região, como a pecuária. A utilização do fogo para limpeza na área é uma prática comum, o que também vêm contribuir para a diminuição da diversidade biótica (SEMA/SMDE, 2004) (Mapa 16).

Mapa 16 - Uso e ocupação do solo da área de estudo MONA Pico do Ibituruna e entorno



São listadas aproximadamente 300 espécies vegetais possivelmente presentes no MONA Pico do Ibituruna (Lista de Espécies 1, Anexo II), sendo a família Leguminosae a que apresenta maior número de espécies, (48). Dentro do total de espécies, nove delas possuem algum grau de ameaça segundo as listas de espécies ameaçadas: *Cariniana ianeirensis* R. Knuth (jequitibá-açu), *Cedrela fissilis* Vell. (cedro), *Chionanthus subsessilis* (Eichler) P.S. Green, *Ficus cyclophylla* (Miq.) Miq. (gameleira-grande), *Melanoxylon brauna* Schott (braúna), *Paratecoma peroba* (Record & Mell) Kuhlman. (peroba-do-campo), *Pitcairnia decudua* L.B. Sm., *Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer (canela-sassafrás) e *Syagrus macrocarpa* Barb. Rodr. (maria-rosa).

As informações, das espécies que se seguem, são retiradas da descrição da Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2 (CNCFlora, 2013):

*Cariniana ianeirensis* (Lecythydaceae) é uma árvore de grande porte muito rara, até recentemente conhecida apenas das cercanias do Rio de Janeiro. Coletas recentes ampliaram expressivamente a distribuição geográfica da espécie, mas a mesma ainda é representada por um baixo número de registros, alguns bastante antigos, e todos muito esparsamente distribuídos no território brasileiro. A maioria dos seus locais de ocorrência encontram-se severamente impactados por atividades humanas. Além disso, é possível suspeitar que a espécie tenha sofrido historicamente com a exploração madeireira devido ao seu grande porte e à forma colunar de seu tronco, típico das Lecythydaceae. Considerando seu grande porte, e assumindo que a espécie apresenta crescimento lento, à semelhança de outras espécies do gênero ocorrentes na Mata Atlântica, é possível suspeitar que *C. ianeirensis* apresente um tempo de geração de pelo menos 70 anos. Assim, levando em conta o conjunto de ameaças às quais a espécie historicamente vem sendo submetida, é possível suspeitar que *C. ianeirensis* tenha sofrido um declínio populacional de pelo menos 50% nos últimos 210 anos. Considerada na categoria “Em Perigo” (EN) pela Lista vermelha IUCN (2018).

*Cedrela fissilis* (Meliaceae) é uma espécie amplamente distribuída em todo o Brasil, sendo particularmente mais frequente nas regiões sul e sudeste do país. A espécie historicamente vem sofrendo com a exploração madeireira ao longo de toda a sua ocorrência, o que levou muitas das subpopulações à extinção. Além disso, grande parte dos seus habitats foram completamente degradados, tendo sido convertidos em áreas urbanas, pastagens, plantações, entre outros. Suspeita-se, devido a esses fatores, que *C. fissilis* tenha sofrido um declínio populacional de pelo menos 30% ao longo das últimas três gerações. É considerada espécie "Vulnerável" (VU) pelas listas nacionais e internacionais (IUCN, 2018).

*Chionanthus subsessilis* (Oleaceae) é restrita aos Estados de Minas Gerais e São Paulo, e está sujeita a uma série de ameaças como queimadas, declínio de qualidade e tamanho do habitat. Essas situações são decorrentes principalmente de atividades agropecuárias. Possui menos de cinco situações de ameaça e poderá ser transferida para uma categoria de maior risco, em futuro próximo, caso elas não sejam controladas e cessem. A espécie foi considerada "Vulnerável" (VU) pelo Livro Vermelho da Flora do Brasil (CNCFlora, 2013) e "Criticamente em Perigo" pela IUCN (2018).

*Ficus cyclophylla* (Moraceae) ocorre em diversos Estados brasileiros, apresentando ampla distribuição. No entanto, a espécie tem grande parte das subpopulações em áreas de Restinga, que vêm sendo seriamente impactadas, principalmente pela especulação imobiliária. Da mesma forma, suspeita-se que as subpopulações da espécie estejam severamente fragmentadas por ocorrerem de forma disjunta. Estima-se que tenha havido um declínio populacional de pelo menos 30% em um período de 10 anos. Isso pode ser justificado pela grande perda de qualidade de habitat, extensão de ocorrência e área de ocupação à qual a espécie foi submetida. Foi categorizada como "Vulnerável" (VU) no Livro Vermelho da Flora do Brasil (CNCFlora, 2013) e "Em Perigo" (EN) na IUCN (2018).

*Melanoxylon brauna* (Leguminosae) apesar de ser considerada abundante em algumas de suas regiões de ocorrência, apresenta especificidade de habitat, sendo encontrada em Floresta Pluvial, Nebular e Semidecídua. Além disso, é uma das madeiras mais apreciadas da Mata Atlântica, tendo sido amplamente utilizada para construção civil. Está sujeita a duas situações de ameaça, considerando sua presença dentro e fora de unidades de conservação (SNUC). A extração ilegal, que não é fiscalizada fora das áreas de preservação, é a principal ameaça à espécie. Considerada "Vulnerável" (VU) segundo a Lista vermelha da flora de Minas Gerais (COPAM-MG, 2008) e em nível nacional (CNCFlora, 2013).

*Paratecoma peroba* (Bignoniaceae) conhecida popularmente por ipê-peroba, peroba e peroba-do-campo, é uma espécie secundária inicial ou tardia, de árvores emergentes. Alcança mais de 40 m de altura, sendo terrícola, anual, decídua e hermafrodita, e apresenta síndrome de dispersão anemocórica. Tem tempo de geração de aproximadamente 15 anos. Desenvolve-se em Florestas Estacionais Semidecíduais e Florestas Úmidas de terras baixas. Ocorre nos Estados de Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro, em até 50 m de altitude. Apresenta Área de Ocupação (AOO) de 96 km² e seus habitats de ocorrência encontram-se severamente fragmentados. Apesar de protegida por algumas unidades de conservação e utilizada em plantios de restauração florestal, é uma espécie com histórico de intensa exploração devido ao seu alto potencial madeireiro, principalmente para a confecção de móveis finos. São necessários investimentos em pesquisa científica e esforços de coleta a fim de verificar a existência de subpopulações, considerando a viabilidade populacional e sua proteção. É considerada "Em Perigo" (EN) na lista nacional de espécies ameaçadas (CNCFlora, 2013).

*Pitcairnia decidua* (Bromeliaceae) é endêmica do Brasil e ocorre nos Estados do Rio de Janeiro, de Minas Gerais e do Espírito Santo. *P. decidua* é rupícola ocorrendo nos afloramentos rochosos e formações campestres das áreas altas (1.000 a 1.900 m de altitude). Muitas subpopulações de *P. decidua* desapareceram após a incidência de severas queimadas na região do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro. Acredita-se que, fora das unidades de conservação a situação de ameaça seja ainda pior. Assim,

foram identificadas duas situações de ameaça distintas, classificando a espécie como "Em perigo" (EN) (CNCFlora, 2013).

*Ocotea odorifera* (Lauraceae) ocorre nas regiões nordeste, sudeste e sul, com área de ocupação (AOO) de 968 km<sup>2</sup>. A canela-sassafrás vem sendo muito explorada para a extração do óleo e é apreciada também pela sua madeira de boa qualidade para uso em construção civil. Além da exploração, a espécie possui fatores de reprodução e dispersão que dificultam a sua regeneração natural, como a produção irregular de sementes; dificuldade na germinação devido à oxidação do óleo; grande distanciamento entre árvores isoladas; diminuição, cada vez maior, dos agentes polinizadores; predação dos frutos e sementes por roedores, pássaros e insetos; podridão de sementes por fungos e, soma-se a estes fatores, um número cada vez menor de matrizes na floresta, devido a persistente exploração madeireira. É considerada "Em Perigo" (EN) (CNCFlora, 2013).

*Syagrus macrocarpa* (Areaceae) é rara e ocorre em regiões altamente degradadas do Cerrado e da Mata Atlântica. Suspeita-se que, além da redução na extensão e qualidade do habitat, esteja havendo também declínio no número de indivíduos maduros da espécie. Não há registros de que ocorra em unidades de conservação. Devido à sua raridade e ao grau de desmatamento dos locais em que ocorre, suspeita-se também que as subpopulações remanescentes de *S. macrocarpa* sejam pequenas e estejam isoladas uma das outras. A espécie foi considerada "Criticamente em perigo" (CR) na Lista vermelha da flora do Espírito Santo (Simonelli & Fraga, 2007), e "Em perigo" (EN) na avaliação realizada pela IUCN (2018).

#### **4.2.3.2 Mastofauna**

A Floresta Atlântica semidecidual forma atualmente mosaicos no estado de Minas Gerais, intercalados com áreas de pastagens e fragmentos de mata secundária onde a fauna ainda encontra abrigo. A região onde se encontra o MONA Pico do Ibituruna, no médio Rio Doce, localiza-se no município de Governador Valadares, e próximo à cidade do mesmo nome, em uma região cuja vegetação original é de Florestas Estacionais semidecíduais. Atualmente, devido à influência antrópica, grande parte das espécies nativas foram substituídas por pastagens, restando apenas mosaicos de vegetação nativa em pequenos fragmentos.

O MONA Pico do Ibituruna insere-se em uma UC maior, a APE Pico do Ibituruna. Uma das características marcantes desta área é a marcada declividade e variação altitudinal, chegando a 1.000 m. A criação das duas unidades de conservação está associada à proteção dos mananciais, da biodiversidade e do patrimônio histórico e paisagístico. A fauna de mamíferos da região foi objeto de estudo realizado por Nunes et al. (2005), tendo como foco os três grupos: pequenos mamíferos terrestres, quirópteros e mamíferos de médio e grande porte, através de captura com armadilhas de contenção, redes de neblina e observação direta. Em 2011, o diagnóstico realizado para a elaboração do plano de manejo do Parque Natural Municipal de Governador Valadares aportou informações adicionais sobre a mastofauna (Prefeitura Municipal de Governador Valadares, 2011) através de dados secundários e observação direta.

As Listas de Espécies (Anexo II) mostram as espécies de mamíferos de provável ocorrência no MONA Pico do Ibituruna, separadas segundo seus hábitos, tamanho e metodologia utilizada no levantamento e registro de espécies (pequenos mamíferos terrestres, quirópteros, mamíferos de médio e grande porte). O estado de conservação das espécies é apresentado no nível global, de acordo com a lista vermelha (IUCN, 2016), nacional (MMA, 2014) e do estado de Minas Gerais (Drummond et al., 2008).

As Listas de Espécies de provável ocorrência registram a possibilidade de existirem, no MONA Pico do Ibituruna, 21 espécies de pequenos mamíferos terrestres, 44 quirópteros e 37 espécies de mamíferos de

médio e grande porte. Alguns destes, marcados com um (\*), podem estar extintos localmente. A ariranha, *Pteronura brasiliensis*, encontra-se certamente extinta em toda a região.

Segundo a lista de espécies de provável ocorrência, para pequenos mamíferos terrestres duas espécies são consideradas vulneráveis para o estado de Minas Gerais. Entre os quirópteros uma espécie é considerada vulnerável para o Brasil. O maior número de espécies com preocupação em termos de conservação encontra-se entre os mamíferos de médio e grande porte: mundialmente, quatro espécies são consideradas vulneráveis, cinco quase ameaçadas, duas ameaçadas e duas criticamente ameaçadas. Para o Brasil, são nove espécies consideradas vulneráveis, duas ameaçadas e uma criticamente ameaçada. Para o estado de Minas Gerais, são seis espécies vulneráveis, cinco ameaçadas, duas criticamente ameaçadas e uma extinta na natureza.

A Lista de Espécies 5 do Anexo II mostra as espécies de mamíferos de importância para a conservação, com base na lista de espécies de provável ocorrência no MONA Pico do Ibituruna, excluindo-se as quase ameaçadas (NT).

No que diz respeito ao status de conservação, para pequenos mamíferos, o MONA Pico do Ibituruna deve abrigar duas espécies, a cuica-d'água *Chironectes minimus* e o rato do mato *Abrawayaomys ruschi*, consideradas vulneráveis para o estado. A cuica d'água, *Chironectes minimus*, é uma espécie de hábitos semi-aquáticos, cujos hábitos apenas recentemente têm sido melhor conhecidos. O rato-do-mato *Abrawayaomys ruschi*, até pouco tempo, era considerado também uma espécie rara e encontrada em baixas densidades. Entre as 44 espécies de quirópteros de provável ocorrência, nenhuma encontra-se enquadrada em alguma categoria de ameaça em nível global, mas três são consideradas vulneráveis no nível regional.

A maior parte das espécies preocupantes em termos de seu risco de extinção são mamíferos de médio e grande porte. Destacam-se aí diversas espécies de carnívoros, muitas delas de hábitos pouco conhecidos, mas dependentes de cobertura florestal mais densa e normalmente encontrados em baixas densidades, além de apresentar áreas de vida extensas: o cachorro do mato vinagre (*Speothos venaticus*), as quatro espécies de felídeos de pequeno porte incluídas na lista, e a onça pintada e a suçuarana. Dentre os carnívoros listados, a lontra (*Lontra longicaudis*) e a ariranha (*Pteronura brasiliensis*), espécies de hábitos semi-aquáticos, devem encontrar-se extintas localmente, segundo dados da literatura.

Algumas das espécies de interesse para a conservação são normalmente alvos de caça: é o caso do cateto (*Pecari tajacu*) e da cutia (*Dasyprocta leporina*). A caça é também a razão pela qual o tatu-canastra (*Priodontes maximus*) é considerado extinto.

Caça e fragmentação de habitat são também responsáveis pela diminuição das populações das espécies de primatas listadas com algum grau de ameaça. O mono-carvoeiro, extinto em grande parte da mata Atlântica, é atualmente encontrado em pequenas populações. O sagui-da-serra-escuro é uma espécie de pequeno porte que, além de enfrentar a perda de habitat, sofre competição com espécies de primatas introduzidas, assim como o sagui-da-serra-claro, espécie com distribuição restrita.

O lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) é um carnívoro que utiliza preferencialmente ambientes abertos, e vem ampliando sua distribuição devido à conversão de áreas florestadas da Mata Atlântica em pastagens, mas sofre o impacto da fragmentação de habitats e é uma das espécies mais frequentemente encontradas atropeladas nas estradas.

É importante ressaltar que as espécies listadas como de importância para a conservação no MONA Pico do Ibituruna são em sua maioria consideradas como sofrendo algum grau de ameaça ao longo de toda a sua distribuição, especialmente através da caça e da fragmentação de habitats. Sendo assim, é fundamental



elaborar estratégias para sua conservação, com base no aumento do conhecimento sobre sua biologia e na recomposição das áreas florestadas e reestabelecimento da conectividade, sempre que possível, entre as áreas protegidas.

#### 4.2.3.3 Avifauna

O MONA Pico do Ibituruna carece de inventários detalhados sobre sua avifauna, existindo apenas uma caracterização preliminar, realizada durante três dias de campo em julho de 2011 por Marcos Vinícius de Freitas. Durante este breve inventário, foram identificadas apenas 69 espécies de aves (Rena et al., 2012). Todas essas espécies são, sem exceção, comuns, de ampla distribuição geográfica e altamente adaptáveis, habitando ambientes abertos e semiabertos, muitas vezes extremamente antropizados. A falta de espécies florestais nessa lista é, provavelmente, mais um reflexo dos métodos e do curto período de amostragem, não representando ausências reais, pois a área do MONA ainda abriga remanescentes florestais, mesmo que pequenos e degradados. Nenhuma das espécies registradas para a área é tipicamente associada com ambientes de altitude elevada (o cume do pico atinge os 1.123 m de altitude), tal qual observados em outros picos isolados ao longo do médio Rio Doce (Gonella et al., 2015; Lopes et al., 2016; Mello-Silva, 2018).

A lista de espécies de provável ocorrência encontra-se na Lista de Espécies 6 do Anexo II. Dada a escassez de dados atuais para a área do MONA, a caracterização da linha de base foi feita também com base dados atuais disponibilizados na plataforma Wikiaves.

As coletas históricas para os municípios onde a UC se insere fornecem um panorama sobre a avifauna originalmente encontrada na região. As primeiras amostragens ornitológicas da região foram realizadas por Olivério Pinto, Alfonso Olalla e Walter Garbe, durante uma das mais bem-sucedidas expedições de coleta já realizadas no estado de Minas Gerais (Pinto, 1945, 1952). Estes coletores visitaram a região em setembro de 1940, concentrando seus trabalhos de campo ao longo da foz Rio Suaçuí-Grande, onde obtiveram pouco mais de 150 espécimes. Coletas isoladas e esporádicas em Governador Valadares estão registradas em diversos museus brasileiros, mas nunca foram publicadas na literatura. Os coletores, o ano da coleta e a instituição que abriga os espécimes podem ser assim sumariados: Fontes em 1946, com um espécime no MZJMO; Equipe do Jardim Zoológico em 1948, com um espécime no MNRJ; Souto em 1966, com dois espécimes no MNRJ; Monteiro em 1978, com um espécime no DZUFMG.

Os registros modernos na literatura e museus são raros e referem a poucos exemplares. Rosane Andrade (2004) apresentou alguns poucos registros para o Campus II da UNIVALE, em Governador Valadares, durante um estudo envolvendo o uso de poleiros artificiais. Em 2008 e 2009, Frederico I. Garcia obteve alguns poucos espécimes, depositados no MCNA, durante os estudos ambientais da UHE Baguari. Alguns poucos espécimes adicionais para a área de influência da UHE Baguari foram obtidos por Carvalho e depositados no MNRJ. Carvalho et al. (2009) registra caneleiro-bordado *Pachyramphus marginatus* para Governador Valadares. Benfica et al. (2009) e Canuto et al. (2012) apresentam registros de gavião-pato *Spizaetus melanoleucus* para Governador Valadares.

As coletas históricas disponíveis para a região permitem um vislumbre da avifauna originalmente encontrada nas florestas de baixada da região. Das 94 espécies coletadas em tempos históricos, 62 (66%) não possuem registros modernos para a região, muitas das quais estão provavelmente extintas localmente. A ausência de tantas espécies é uma demonstração inequívoca dos dramáticos impactos antrópicos sofridos pela biota da região. Dos 62 táxons sem registros atuais, 40 (65%) são endêmicos da Mata Atlântica e 20 (32%) se encontram em alguma categoria de ameaça de extinção (e.g. macuco *Tinamus solitarius*, jaó-do-sul *Crypturellus noctivagus*, uru *Odontophorus capueira*, jacu-estalo *Neomorphus geoffroyi*, macuru-de-barriga-castanha *Notharchus swainsoni*, zidedê *Terenura maculata*, ipecuá *Thamnomanes caesius*, choquinha-de-



peito-pintado *Dysithamnus stictothorax*, crejoá *Cotinga maculata*, vissia *Rhytipterna simplex*, chirito *Ramphocaenus melanurus* e bicudo *Sporophila maximiliani*).

Registros modernos disponíveis para a região são raros na literatura científica, sendo os dados do site Wikiaves a melhor fonte de informações sobre a sua avifauna atual. Dados do Wikiaves apontam a ocorrência de 172 espécies para o município de Governador Valadares. Acrescidas dos dados históricos, a lista de espécies de aves já registrada para a região de estudo sobe para 236 espécies. Apenas cinco espécies encontradas na região atualmente são consideradas de alta sensibilidade a distúrbios antrópicos, sendo elas gavião-pato *Spizaetus melanoleucus*, caburé-acanelado *Aegolius harrisii*, arapaçu-escamoso *Lepidocolaptes squamatus*, caneleiro-bordado *Pachyramphus marginatus* e tiê-caburé *Compsothraupis loricata*. Apenas seis táxons com registro atual para a região são considerados endêmicos da Mata Atlântica. Apenas o gavião-pato encontra-se listado em alguma categoria de ameaça (Em Perigo), sendo cinco outras espécies destacadas como DD ou NT.

A provável extinção local de dezenas de espécies foi acompanhada da colonização da região por espécies de áreas abertas e áridas, altamente adaptadas a distúrbios antrópicos, tais como perdiz *Rhynchotus rufescens*, rolinha-picuí *Columbina picui* e corrupeira *Icterus jamacaii*. A substituição de espécies raras, endêmicas e sensíveis por espécies generalistas, de ampla distribuição geográfica e altamente tolerantes a distúrbios antrópicos é um fenômeno global, chamado de homogeneização da biota (Olden, 2006; Villegas Vallejos et al., 2016). Essa é a inevitável consequência da dramática alteração antrópica ocorrida na região no intervalo de menos de um século e que resultou na quase completa substituição das florestas primárias que recobriam a região por pastagens degradadas e de baixíssima produtividade.

As principais espécies cinegéticas originalmente encontradas no médio Rio Doce, tais como o macuco *Tinamus solitarius*, a jacutinga *Aburria jacutinga* e o mutum-de-bico-vermelho *Crax blumenbachi*, também se encontram ausentes, revelando que, além da fragmentação e descaracterização do habitat, a pressão de caça pode ter sido (e talvez ainda seja) considerável. Dentre as espécies cinegéticas remanescentes destacam-se os representantes das famílias Tinamidae, Anatidae, Cracidae e Columbidae, mas nenhum deles é um troféu particularmente cobiçado. Estas espécies, portanto, não costumam sofrer grandes pressões de caça.

#### 4.2.3.4 Herpetofauna

Foram registradas, por meio de dados secundários, 38 espécies de anfíbios e 42 de répteis, sendo 13 lagartos, uma anfisbena, 26 serpentes, um cágado e um jacaré com ocorrência potencial ou conhecida no MONA Pico do Ibituruna e entorno (Lista de Espécies 7, Anexo II). Poucas ocorrências originaram-se dentro dos limites do MONA, indicando o pequeno conhecimento que se tem sobre a composição da herpetofauna da UC.

Tomando por base duas outras Unidades de Conservação situadas na área de influência do rompimento da barragem, a riqueza de anfíbios pode ser considerada alta, equivalendo a cerca de 88% das 43 espécies registradas na FLONA Goytacazes, situada em Linhares, no Espírito Santo (ICMBio, 2013); e a cerca de 81% das 47 espécies do PE Rio Doce, situada em Marliéria, em Minas Gerais (F. Leite, dados não publicados). Com relação aos répteis, a riqueza também pode ser considerada expressiva representando cerca de 98% das 43 espécies registradas FLONA Goytacazes (ICMBio, 2013) e cerca de 14% a mais de espécies que as 37 conhecidas no PE Rio Doce (F. Leite, dados não publicados).

Um pouco mais da metade das espécies (43 spp., 54%) apresenta ampla distribuição geográfica, ocorrendo em mais de um bioma, sendo que a serpente *Siphlophis compressus* ocorre apenas na Mata Atlântica e

Amazônica. Trinta e quatro espécies (43%) são endêmicas ou quase endêmicas da Mata Atlântica e não há informações sobre a distribuição de três espécies que não puderam ser identificadas até o nível de espécie (Lista de Espécies 7, Anexo III).

De maneira geral, a fauna registrada é representada por espécies típicas de ambientes abertos, incluindo espécies comuns e frequentemente associadas a ambientes alterados e ecologicamente pouco relevantes (e.g. *R. diptycha*, *R. granulosa*, *B. albopunctata*, *B. crepitans*, *B. faber*, *D. anceps*, *D. branneri*, *D. elegans*, *D. minutus*, *S. fuscovarius*, *L. fuscus*, *L. labyrinthicus*, *L. latrans*, *L. mystacinus*, *P. cuvieri*, *H. mabouia*, *N. frenata*, *A. ameiva*, *T. torquatus*, *P. offersii*, *S. mikanii mikanii*, *X. merremii*, *C. durissus terrificus*, *C. latirostris*), além de táxons menos comuns, associados a ambientes abertos (i.e. *D. brazili*). Por outro lado, existem espécies que apresentam dependência de ambientes florestais e ocorreriam apenas em ambientes de floresta ou em sua borda (e.g. *H. binotatus*, *T. miliaris*, *Bokermannophyla* gr. *circumdata*, *B. pardalis*, *I. langsdorffii*, *Crossodactylus* sp., *P. crombiei*, *E. gaudichaudii*, *E. bilineatus*, *E. boulengeri*, *P. macrorhyncha*, *G. darwini*, *S. compressus*, *T. serra*, *T. striaticeps*, *M. corallinus*, *B. jararacussu*, *B. moojeni*, *H. maximiliani*).

No que diz respeito à conservação, destaque deve ser dado à ocorrência conhecida da espécie de perereca *Bokermannophyla* gr. *circumdata*, registrada dentro do MONA, e à ocorrência potencial de *Crossodactylus* sp. e *Leptodactylus* aff. *spixii*, que possui registro para o município de Governador Valadares. Essas espécies não puderam ser identificadas até o nível taxonômico de espécie, sendo *Leptodactylus* aff. *spixii* provavelmente nova para a ciência. Ressalta-se ainda, a ocorrência do cágado *Hydromedusa maximiliani* ameaçado de extinção sob a categoria vulnerável (VU) e a ocorrência potencial da serpente *Drymoluber brazilii* classificada como Dados Insuficientes (DD) pela lista de Minas Gerais (Lista de Espécies 7, Anexo III).

A perereca *Bokermannophyla* gr. *circumdata* pertence ao grupo de espécies de *Bokermannophyla circumdata* (sensu Faivovich et al., 2005) que apresenta difícil taxonomia e não dispõe de revisão taxonômica recente que permita atribuir uma identidade às populações do médio Rio Doce. Portanto, não é possível dizer com segurança qual a distribuição geográfica desse táxon, bem com seu status de ameaça. A espécie foi registrada dentro dos limites no monumento natural, onde foi registrada apenas em riachos situados acima de 800 m de altitude (Franco, 2003). Dentro da área de estudos, utilizada para a confecção da lista de ocorrência potencial ou conhecida da região, *Bokermannophyla* gr. *circumdata* foi registrada exclusivamente no MONA Pico do Ibituruna.

A rã *Crossodactylus* sp. foi registrada em Governador Valadares a partir de espécimes depositado no MZUFV. Por não haver mais informações sobre a localidade do seu registro no município, sua ocorrência foi considerada potencial no MONA. Uma análise mais detalhada desses espécimes é necessária para se determinar com segurança seu status taxonômico. Espécies de *Crossodactylus* são diurnas e habitam riachos permanentes em meio a vegetação florestal (Nascimento et al., 2005), sendo, portanto, esse o habitat provável do referido táxon.

A rã *Leptodactylus* aff. *spixii* foi incluída na lista de espécies com potencial ocorrência baseado no registro de dois espécimes provenientes de Conselheiro Pena e Santa Rita do Itueto, em Minas Gerais, tombados na MZUFV. A espécie é provavelmente nova, ainda não descrita. Portanto, não é possível dizer com segurança qual a distribuição geográfica desse táxon, bem com seu status de ameaça. Entretanto, esse táxon encontra-se relativamente bem distribuído na bacia do Doce, ocorrendo ao menos desde o PE do Rio Doce até Aimorés e, provavelmente, no Espírito Santo (F. Leite, comunicação pessoal). Baseado em informações provenientes do PE Rio Doce, *Leptodactylus* aff. *spixii* habita ambientes de interior e borda de floresta onde se reproduz em pequenas poça e lagoas temporárias (F. Leite, comunicação pessoal).

O cágado *Hydromedusa maximiliani* é endêmico da Mata Atlântica com registros em São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo e Bahia (Costa et al., 2015). Indivíduos dessa espécie habitam o fundo arenoso e

pedregoso de pequenos e médios riachos no interior de florestas, especialmente em regiões serranas (Souza, 2005). *Hydromedusa maximiliani* é usualmente encontrada em ambientes preservados (Souza & Martins, 2009), mas espécimes já foram registrados em córregos alterados (F. Leite, obs. pess., 2015). Porém, não há dados que demonstrem se a espécie consegue manter populações viáveis nesses ambientes impactados.

A dieta de *H. maximiliani* é constituída de pequenos invertebrados aquáticos como crustáceos e larvas de insetos. Também se alimenta de organismos que caem na água, como besouros, baratas e aranhas, e pode ainda se alimentar de pequenos anfíbios e até carniça (Souza & Abe, 1995).

Esta espécie é talvez o cágado brasileiro melhor estudado. Contudo, as informações existentes se baseiam majoritariamente em espécimes do Parque Estadual Carlos Botelho, em São Paulo (Famelli et al., 2011, 2012, 2014, 2016; Souza & Abe, 1995, 1997b, 1998). Até recentemente a espécie era desconhecida da Serra do Espinhaço e da bacia do Rio Doce (Costa et al., 2015; Souza et al., 2003), sendo que detalhes sobre a ecologia dessas populações e mesmo sua relação filogenética com as demais linhagens de *H. maximiliani* não foram avaliados.

Indivíduos de *H. maximiliani* possuem limitada capacidade de dispersão (Famelli et al., 2016), o que resulta em baixo fluxo gênico entre populações de diferentes rios e riachos (Souza et al., 2002). Assim, cada microbacia pode abrigar populações geneticamente únicas, o que leva a um alto grau de estruturação e diferenciação ao longo da distribuição dessa espécie (Souza et al., 2002).

*Hydromedusa maximiliani* consta como deficiente em dados na última avaliação da fauna brasileira ameaçada de extinção, sob alegação de que não há dados suficientes que permitam uma adequada avaliação do seu estado de conservação (Vogt et al., 2015c). No Espírito Santo e em Minas Gerais, a espécie é considerada vulnerável com base no critério B2b(iii) e B2ab(iii) da IUCN, respectivamente (Almeida et al., 2007; COPAM - Conselho de Política Ambiental, 2010; Espírito Santo, 2005; Vogt et al., 2015c). A própria IUCN, em avaliação feita há duas décadas, também considera a espécie como vulnerável, sob critério B1+2cd (TFTSG - Tortoise & Freshwater Turtle Specialist Group, 1996).

A serpente *Drymoluber brazili* é aparentemente típica de ambientes abertos naturais e pouco resistente às alterações antrópicas (França & Araújo, 2006). Os únicos registros conhecidos na bacia do Rio Doce são do início do século XX, aparentemente de áreas de afloramentos rochosos com um clima mais seco, mais próximo da Caatinga que da Mata Atlântica ao redor, indicando uma possível presença relictual da espécie (Costa et al., 2013). A corre-campo-de-Brasil é uma espécie muito pouco estudada, aparentemente terrícola e diurna e sua dieta é desconhecida, mas a congênera *D. dichrous* se alimenta principalmente de anfíbios e lagartos (Costa et al. 2013). *Drymoluber brazili* é conhecida para poucas localidades em Minas Gerais e não é facilmente encontrada (Costa et al. 2013, 2016), o que fez com que fosse incluída na categoria Dados Insuficientes (DD) na lista de Minas Gerais.

Apesar de ser uma espécie potencialmente utilizada para a caça, não há informações sobre a frequência e intensidade dessa atividade sobre populações do jacaré-do-papo-amarelo, *Caiman latirostris*, na bacia do Rio Doce, tão pouco na UC em questão. A única informação disponível é anedótica e sugere que a captura de cinco indivíduos de *Caiman latirostris* com lesões na maxila inferior teria sido causada pela atividade de caça dentro do Parque Estadual do Rio Doce (Yves et al. 2018). Entretanto, esse trabalho não apresenta um conjunto de evidências que pudesse corroborar essa hipótese, como a obtenção, por exemplo, de relatos da comunidade local confirmando esse hábito, o registro de armadilhas ou de animais caçados, crânios ou peles apreendidas. Assim, não se sabe quão relevante é a caça do jacaré-do-papo-amarelo, *Caiman latirostris*, para as populações ribeirinhas ou mesmo se essa atividade impacta significativamente as populações da espécie no rio.

Baseado em imagens de satélite que retratam as principais tipologias vegetacionais do MONA, na lista de espécies com ocorrência conhecida ou potencial na UC e nas características desses táxons quanto ao uso de hábitat, é possível diagnosticar os ambientes da área de estudos quanto à relevância para a conservação da herpetofauna. Em um estudo de caracterização da vegetação do Pico do Ibituruna constatou-se que, de forma geral, a vegetação da área encontra-se degradada com predominância de florestas em estágios iniciais de regeneração e pastagens em situação precária com solos degradados, erosão laminar em consequência do super pastoreio e queimadas constantes (SEMAD/SISEMA/IEF, 2012).

Dentro dos limites do MONA, florestas em estágios iniciais de regeneração ocorrem nos vales, acompanhando drenagens temporárias ou permanentes que deságuam no Rio Doce ou em encostas mais inclinadas. Esse é o ambiente mais importante para a conservação da herpetofauna da UC e entorno, já que abriga ou tem potencial para abrigar a maior parte das espécies com maior relevância para conservação salientadas na Lista de Espécies 8 do Anexo III, como o cágado ameaçado de extinção sob a categoria vulnerável (VU), *Hydromedusa maximiliani* e os anfíbios *Bokermannohyla gr. circumdata* e *Crossodactylus* sp. que não puderam ser identificados até o nível de espécie.

Os ambientes aquáticos e marginais do Rio Doce encontram-se bastante degradados em função da sua inserção dentro ou muito próxima à área urbana de Governador Valadares. Matas ciliares são ausentes ou muito estreitas nesse trecho do rio e provavelmente não teriam condições adequadas para abrigar populações de espécies típicas de ambiente florestais (e.g. *I. langsdorffii*, *E. boulengeri*, *E. melanostigma*, *S. compressus*), mas apenas espécies mais comuns e que utilizam ambientes abertos ou de borda de floresta (e.g. *R. crucifer* x *R. ornata*, *H. binotatus*, *A. thomei*, *P. crombiei*, *E. gaudichaudii*, *E. bilineatus*, *P. macrorhyncha*).

A condição de degradação das pastagens é ainda pior na área de entorno da UC, representada pela APE Pico da Ibituruna, onde a presença de solos expostos totalmente desprovidos de vegetação é comum. Essas áreas degradadas são de pouca relevância para a herpetofauna e devem abrigar apenas espécies comuns e já adaptadas a ambientes biologicamente simplificados (e.g. *R. diptycha*, *R. granulosa*, *B. albopunctata*, *B. crepitans*, *B. faber*, *D. anceps*, *D. branneri*, *D. elegans*, *D. minutus*, *S. fuscovarius*, *L. fuscus*, *L. labyrinthicus*, *L. latrans*, *L. mystacinus*, *P. cuvieri*, *H. mabouia*, *N. frenata*, *A. ameiva*, *T. torquatus*, *P. offersii*, *S. mikanii*, *X. merremii*, *C. durissus terrificus*, *C. latirostris*). Além disso, funcionam como uma matriz aberta em meio a um ambiente originalmente florestal, o que dificulta o estabelecimento de uma ligação faunística entre o rio, a UC e os pequenos fragmentos de mata do entorno.

#### **4.2.3.5 Ictiofauna**

A ictiofauna potencial do entorno do MONA Pico do Ibituruna é composta por 63 espécies, pertencentes a 6 ordens e 17 famílias (Lista de Espécies 9 do Anexo II), sendo as ordens Characiformes e Siluriformes e a família Loricariidae (Siluriformes) as mais representativas, seguindo o padrão descrito para a ictiofauna da região Neotropical (Lowe-McConnell, 1999).

Nota-se a presença de sete espécies introduzidas, sendo cinco alóctones, *Pygocentrus nattereri* (Characiformes: Serrasalminidae), *Salminus brasiliensis* (Characiformes: Bryconidae), *Hoplosternum littorale* (Siluriformes: Callichthyidae), *Pogonopoma wertheimeri* (Siluriformes: Loricariidae) e *Cichla kelberi* (Cichliformes: Cichlidae) Amazônica; e duas exóticas, *Coptodon rendalli*, (Cichliformes: Cichlidae), oriunda da África; e *Poecilia reticulata* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae), da América Central. Todas estas espécies apresentam grande potencial invasor e capacidade de exclusão de espécies nativas por predação ou sobreposição de nicho.

Para a região, há a ocorrência potencial de *Steindachneridon doceanum* classificada como Criticamente em Perigo para o Brasil e estado de Minas Gerais, e Regionalmente Extinta no estado do Espírito Santo (Vieira, 2010; COPAM, 2010, ICMBio/MMA, 2018) e de *Oligossarcus solitarius* classificada como Em Perigo no estado de Minas Gerais (Vieira, 2010; COPAM, 2010).

## 4.3 Linha de Base do Meio Socioeconômico e Cultural e de Uso Público

### 4.3.1 Aspectos Metodológicos

O Diagnóstico fornece as informações necessárias à busca por respostas para as perguntas orientadoras relacionadas direta ou indiretamente com os potenciais impactos no meio socioeconômico e cultural que possam ter ocorrido na UC mediante o rompimento da barragem (Anexo V). Em síntese, a orientação contida nas perguntas para o meio socioeconômico indica a necessidade de se saber se em razão do rompimento da Barragem do Fundão, em 05 de novembro de 2015, houve comprometimento dos usos socioeconômicos e culturais da população do interior e entorno da UC, assim como da oferta dos serviços ecossistêmicos e/ou ambientais a esta sociedade, em diferentes esferas, e se em decorrência do impacto sofrido pela sociedade, houve aumento de impacto sobre a UC.

As perguntas são:

- (d) A presença da lama nas áreas atingidas causou alguma alteração física, biológica ou de utilização socioeconômica de seus recursos?
- (f) As atividades e projetos desenvolvidos na UC sofreram alguma alteração após a chegada da lama de rejeitos (ex.: mortandade de animais, modificação nas propriedades físicoquímicas da água, deposição da lama de rejeitos, diminuição da visitação, necessidade de alteração de projeto de pesquisa, manejo ou exploração de recursos, ou cancelamento do mesmo)?
- (l) Quais atividades na sub-bacia em que está localizada a UC concorrem para o agravamento dos impactos do rompimento da barragem (ex: erosão, geração efluentes líquidos, desmatamento, formas de uso da terra não sustentáveis como agricultura quimificada e demais agentes poluidores etc.)? Quais medidas na gestão das atividades produtivas ou na gestão do território poderiam ser utilizadas para mitigar tais impactos? Qual o histórico de uso e ocupação da terra na região até o rompimento da Barragem de Fundão, em particular na UC e seu entorno? Quais os programas e planos públicos e privados, previstos para a região?
- (t) Houve diminuição da visitação, necessidade de alteração de projeto de pesquisa, manejo ou exploração de recursos, ou cancelamento do mesmo na UC? Em caso de modificações provenientes da chegada da lama de rejeitos, estas deverão ser detalhadas o máximo possível e deverão ser previstas estratégias e métodos para responder os seguintes aspectos: - Quais as principais medidas reparatórias e/ou mitigatórias necessárias que deverão ser tomadas para que as atividades afetadas possam ser retomadas ou que tenham a qualidade melhorada? - Caso essas modificações não possam ser reparadas e/ou mitigadas, quais medidas compensatórias poderão auxiliar na melhora dos aspectos gerais da UC (programas e estratégias de gestão, atividades desenvolvidas, recursos explorados, benefícios sociais, culturais e econômicos aferidos por usuários e beneficiários



da UC, entre outros)? As atividades e projetos desenvolvidos na UC sofreram alguma alteração após a chegada da lama de rejeitos, mesmo que indiretamente? Como é organizada a UC? Há plano de manejo ou alguma forma de regramento preliminar? Se sim, encontra-se em processo de implantação? Se não, como são definidas as atividades e projetos? Quais atividades e projetos desenvolvidos em cada uma das UCs? Como são as rotinas da UC? Qual a estrutura, planos de ordenamento e rotinas para lidar com eventos de risco?

- (u) Quais os impactos do rompimento da barragem no número de visitantes? Desde o ocorrido, houve alguma alteração no perfil dos visitantes? Qual o impacto dessa redução na economia local e regional? Quais os setores mais afetados? Que tipo de ações/projetos/programas poderiam mitigar tais impactos? Qual o impacto dessa redução na relação de identidade e pertencimento das comunidades em relação a UC?
- (v) Houve comprometimento da imagem da UC enquanto mantenedora dos serviços ecossistêmicos/ambientais, turísticos, culturais e de conservação da biodiversidade? Em quais níveis se deu esse comprometimento (local, regional, estadual, nacional, internacional)? Quais as ações necessárias para restabelecer a imagem e a função da unidade em todas estas instâncias? Qual a percepção das comunidades quanto ao risco em relação a área de estudo?
- (w) Qual o grau de comprometimento do rio (e de seus afluentes afetados) como fonte de recursos para as comunidades inseridas nas UCs ou em seu entorno? Quais os recursos afetados? Qual a extensão do comprometimento de cada recurso em termos quantitativos? Qual a perspectiva temporal de restauração desses recursos? Como este comprometimento afetou a comunidade? Quantas famílias foram diretas e indiretamente afetadas pelo comprometimento dos recursos em questão? Qual a perda financeira estimada por família afetada? Como este comprometimento de recursos e o impacto sobre as famílias afetou a UC? Quais as ações que devem ser utilizadas no sentido de aumentar a proteção das UCs, garantir a sustentabilidade da comunidade e harmonizar a relação entre a UC e a comunidade?
- (x) Quais os tipos de pressão sobre as UCs foram intensificadas após o evento? Houve algum tipo de pressão antrópica que surgiu após o evento e não era observada no período anterior ao mesmo? Quais ações devem ser utilizadas para mitigar as pressões exercidas sobre a UC? (Destaque para o incremento de caça e pesca dentro das UCs) Quais as principais pressões sobre a UC antes e depois do rompimento da barragem?
- (y) Quais ações de apoio à comunidade podem diminuir as pressões observadas na UC? Sendo constatado o aumento da pesca e caça na UC, e considerando que espécies mais sensíveis tendem ter suas populações reduzidas, quais as formas de viabilizar a implantação de projetos junto às comunidades para reprodução dessas espécies de peixes? Considerando as espécies mais valorizadas para a pesca comercial e artesanal, qual a viabilidade de criação de áreas de produção dessas espécies para exploração pela comunidade do entorno da UC, a partir do etnoconhecimento local (entendimento e conhecimento das comunidades afetadas)? Quais outros recursos impactados e como diminuir as pressões sobre eles a partir do etnoconhecimento local? Que tipo de uso econômico a comunidade faz na UC?
- (z) Com o rompimento da barragem houve incremento dos usos e ocupações humanas na UC? Há formas de uso e ocupação humana na UC? Quais suas características? Há pressão de assentamentos humanos no entorno da UC sobre seus recursos?
- (a') Houve aumento na frequência e magnitude de incêndios florestais na UC? Quais pontos da UC são mais vulneráveis (mapeamento georreferenciado, incluindo área e frequência)? Que danos potenciais à biodiversidade e às práticas socioculturais das comunidades do entorno podem ser atribuídos a estes incêndios? Quais as estruturas/equipes/ações/programas e projetos devem ser implantadas na UC para controlar este fenômeno? Qual o histórico de incêndio sobre a UC no olhar das comunidades afetadas?



- (b') Houve impacto sobre o patrimônio cultural e arqueológico?
- (c') Foi observado alteração em relação à saúde da população?
- (d') A presença da lama nas áreas atingidas causou alguma alteração nas formas de uso e ocupação social, cultural e econômica da terra e nas práticas de lazer e turismo? Quais as formas de uso e ocupação da terra (social, cultural, econômica e de práticas de lazer e turismo) em cada uma das UCs e seus entornos? Existem comunidades tradicionais, quilombolas e/ou indígenas, nas áreas das UCs ou seu entorno? Se sim, qual a inserção dessas comunidades nos processos socioeconômicos regionais?
- (e') Quais as formas de envolvimento socioeconômico e cultural da sociedade local para participar nos processos de recuperação das APPs? Existem projetos ligados a recuperação de APP? Qual seu nível de implantação? Há conhecimento da população local sobre a importância das APPs? Há interesse em participar de sua recuperação? Quais os principais atores e entidades envolvidos nessas atividades? Qual a capacidade de governança local?

A Para traçar a linha de base do meio socioeconômico, cultural e de uso público buscou-se identificar as principais características e a dinâmica de gestão da UC em relação à sociedade envolvente. A partir das perguntas orientadoras e diante da dificuldade de obtenção de dados secundários sobre a UC, foi elaborado um questionário específico e enviado ao responsável pela gestão da UC em 09 de novembro de 2018 (Anexo IV).

Para os levantamentos sobre o meio socioeconômico, além das informações sobre a Unidade de Conservação foram levantados dados sobre a área envolvente para a observação das influências externas sobre a própria UC. Tal área pode ser potencial fonte geradora de impactos positivos e negativos, diretos ou indiretos.

Como uma primeira aproximação para definição da área de estudo, considerou-se as recomendações das reservas da biosfera. Embora a área de estudo não seja uma reserva da biosfera, os critérios adotados para elas, notadamente sobre zona tampão, ou de amortecimento, são importantes, pois permitem uma definição de área de parcelas do terreno que tenham ligação mais direta com a Unidade de Conservação.

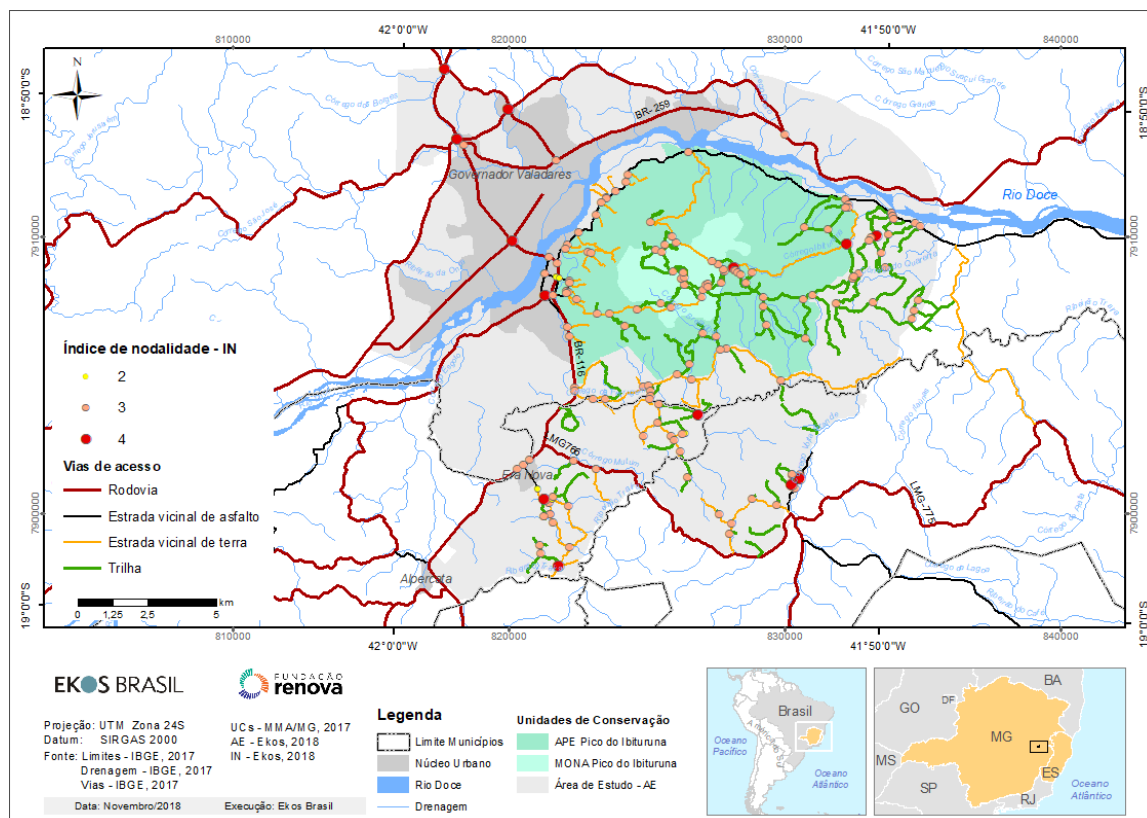
Zonas Tampão ou de Amortecimento envolvem totalmente as zonas núcleo (UCS). Nas zonas de amortecimento as atividades econômicas e o uso da terra devem estar em equilíbrio e garantir a integridade dos ecossistemas das zonas núcleo; são aquelas adequadas a manipulação experimental de um determinado sítio. Objetiva-se a elaboração, avaliação e demonstração da viabilidade de métodos de desenvolvimento sustentável; são exemplos de paisagem harmoniosa que resulta da modalidade tradicional do uso da terra; podem ser também ecossistemas modificados ou degradados nos quais sua reconstituição permite fazê-los voltar ao estado natural ou quase natural (RBMA, 1996, p. 21)

Os critérios socioeconômicos mais importantes indicados pelo ICMBio/IBAMA nas zonas de amortecimento de uma UC são: risco de expansão urbana ou presença de construção que afetem aspectos paisagísticos notáveis junto aos limites; ocorrência de acidentes geográficos e geológicos notáveis ou aspectos cênicos próximos; sítios arqueológicos (Idem, ibidem, p. 96).

O Roteiro do ICMBio/IBAMA também apresenta alguns critérios para não serem incluídos numa Zona de Amortecimento, como: "Áreas urbanas já estabelecidas e Áreas estabelecidas como expansões urbanas pelos Planos Diretores Municipais ou equivalentes legalmente instituídos" (Idem, ibidem, p. 97). Contudo, a fim de garantir uma abordagem relacional entre a UC e os usos do entorno, inclusive os urbanos, resolveu-se para o presente levantamento, considerar também áreas urbanas que estivessem em contato direto com

a UC ou que apresentassem influências indiretas. Nesse sentido, foi construído um mapa de nodalidade que permitiu a avaliação da influência das práticas socioeconômicas nas UCs (Mapa 17).

Mapa 17 - Mapa de nodalidade do MONA Pico do Ibituruna



A nodalidade é uma forma de avaliar a conexão da área de estudo a partir dos cruzamentos das vias de comunicação, vinculada a parte de um conceito fundamental, denominado “**Situação**”. A *Situação* é definida pelas relações externas que o lugar estudado mantém com outros, vizinhos ou distantes (RUGG, 1972, p. 81). Tratou-se, aqui, de considerar a UC em questão como o lugar central a partir do qual são estabelecidas relações, avaliadas a partir das “nodalidades” (trama de nós), que indicam a acessibilidade de uma área em relação a outras, ou, pode-se dizer também, que são possibilidades de conexão com áreas ou lugares externos ao estudados (Idem, ibidem, p. 82). A nodalidade serve como análise da atração de pessoas e mercadorias, que podem ser estabelecidas por meios artificiais (estradas) ou naturais (rios, por exemplo). Nesse sentido, a *Situação* é:

horizontal e está associada às propriedades de interdependência regional, conexões entre lugares e interação espacial. A Situação é um conceito espacial pleno, geométrico, uma vez que permite conhecer um local a partir da horizontalidade em relação a sua vizinhança (FERREIRA, 2003, p. 22).

Na dinâmica das características espaciais, o processo de difusão torna-se o centro dos interesses de investigações, indicando maneiras de como as coisas se movem (PRINCE, 1978). Sua análise pode ser classificada “verificando os diferentes tipos de caminhos e examinando sua extensão na relação com os diferentes tipos de barreiras que restringem seu desenvolvimento” (Idem, ibidem, p. 28).

A noção de difusão espacial se aplica aos estudos dos processos que põem em jogo o deslocamento de mercadorias, produtos, pessoas, de práticas e ideias em conjunto. Trata-se de um conjunto de processos que contribuem para o deslocamento no espaço geográfico, e os efeitos de retorno (socioculturais e econômicos) que estes deslocamentos geram no espaço. Para tal é importante analisar variáveis como distância e acessibilidade do lugar.

A distância é avaliada sobre uma referência, como a UC do presente projeto, das quais irradiam redes de conexão e acessibilidade a partir de seus limites. A acessibilidade de um lugar é definida em geral como o grau de possibilidades com o qual um lugar pode ser alcançado a partir de vários outros lugares. Nesse sentido, dependendo do grau de dificuldade, a acessibilidade pode expressar o grau de tensão (o atrito) no espaço e no tempo, os quais dependem de variáveis como (PUMAIN, 2005):

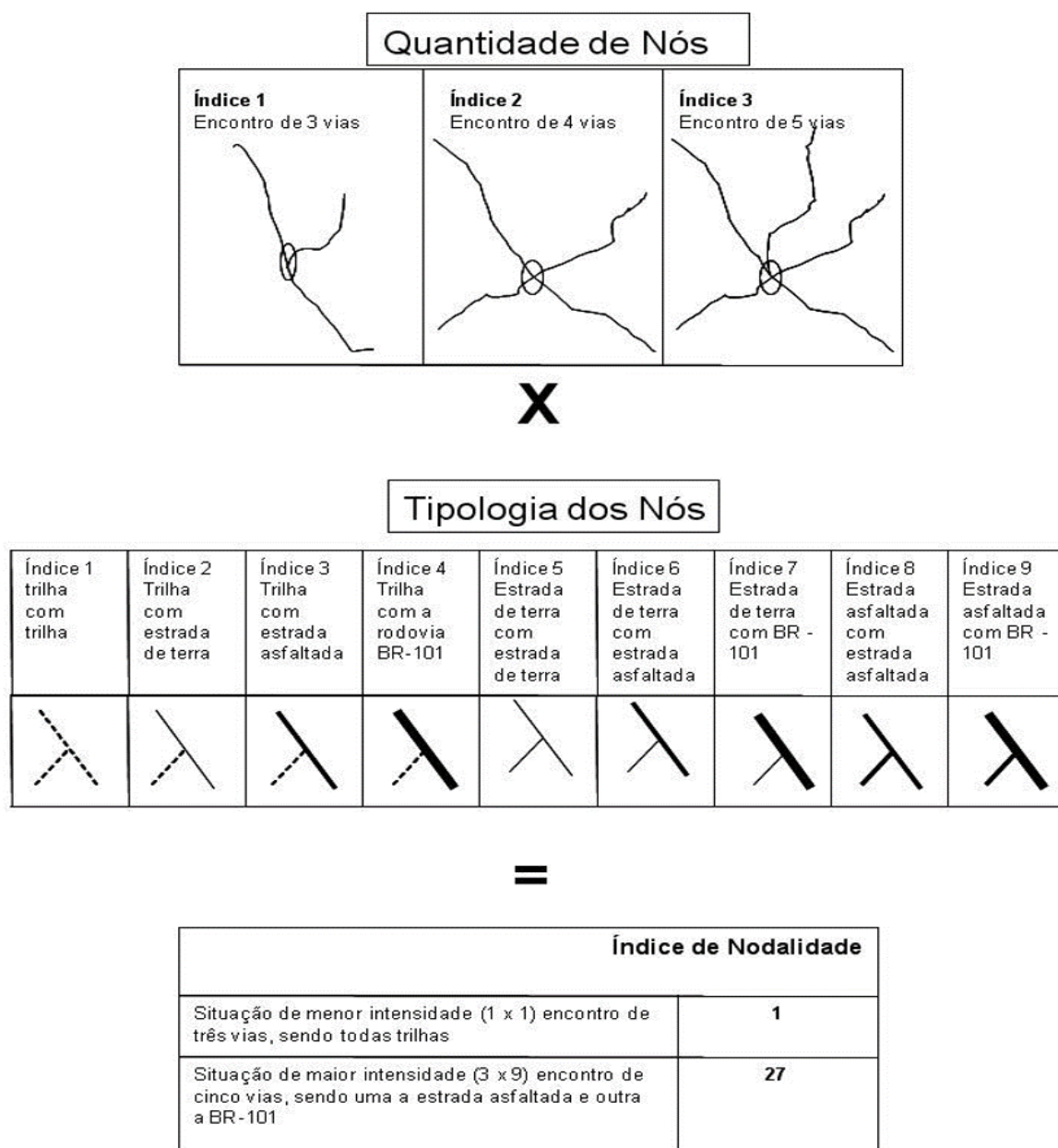
- A estrutura da rede (sinuosidade e configuração das vias), que na área de estudo se dá pela centralização das funções exercidas pelas estradas asfaltadas em relação às demais estradas e trilhas;
- A qualidade da infraestrutura, entendendo esta como características técnicas (número e largura de vias), que também pode ser hierarquizada na região, considerando as condições e largura do leito para a circulação de mercadorias, pessoas e informações;
- As tensões topográficas (clinografia do terreno), que podem oferecer na região em estudo, grandes obstáculos a serem vencidos, como as subidas íngremes do Pico do Ibituruna;
- Os regulamentos em vigor, como a legislação ambiental e as ações dos agentes ambientais das UCs que contribuem para evitar pressões sobre as áreas naturais florestadas;

Com base nessas informações é possível estabelecer e inferir relações espaciais na região a partir da avaliação das redes geográficas (acessos à região) e da nodalidade – os nós – situados nos cruzamentos de trilhas e estradas que dinamizam as conexões e deslocamentos na região.

Assim, a fim de estabelecer a área de estudo e de entender como se deu o processo de ocupação e de difusão espacial das características ambientais, sociais e econômicas da região, foram analisadas, à luz da escola espacial, as redes geográficas através de índices de nodalidade e de acessibilidade, a partir da elaboração do mapa de índice de nodalidade. Consideram-se tais índices como indicadores lineares do processo de territorialização na área de estudo, destacando-se os embates e sinergias entre os segmentos da sociedade que atuaram e atuam na região. O índice de nodalidade é um referencial para se estimar a intensidade de conexão de um local às localidades vizinhas, traduzindo-se em um parâmetro que revela o potencial de interações entre as populações dentro da rede. Este tipo de informação geográfica, além de fornecer elementos para se estudar a regionalização econômica e a difusão de inovações, é, sobretudo, indicador de locais de elevado contágio espacial entre diferentes populações, muitas vezes manifestado por atividades comerciais ou de migração (FERREIRA, 2003, p. 169).

Para entender as conexões (os fluxos de mercadoria, pessoas e informações) da área de estudo, mapearam-se as vias de comunicação, como as trilhas, estradas de terra, estradas vicinais asfaltadas, relacionadas aos principais processos sócio-espaciais da região. Os índices de nodalidade foram gerados a partir de uma matriz que considerou informações quantitativas (o nº de cruzamentos) e qualitativas (os atributos dos cruzamentos), conforme Figura 6. Desta forma, pode-se estabelecer um índice de nodalidade que varia de 1 a 27, expressando a intensidade de relações e conexões na área de estudo e desta com outras áreas.

Figura 6 - Matriz para o estabelecimento do índice de nodalidade



A fim de identificar os potenciais impactos sobre o meio socioeconômico e cultural na área de estudo é importante compreender as relações de dependência entre as comunidades e os serviços ecossistêmicos ofertados pela área protegida (ROSA, 2014). Pode-se estabelecer como hipótese que quanto maior o grau

de vulnerabilidade da comunidade, maior sua dependência direta dos recursos naturais e/ou dos serviços ecossistêmicos providos pela UC. E maior será a dimensão do impacto se não houver alternativa à comunidade para a oferta daquele recurso ou serviço, até então provido pela área protegida.

O conceito de serviços ecossistêmicos, que engloba termos como serviços da natureza, serviços ambientais e capital natural, está ligado ao entendimento de que a sociedade é beneficiada pelos ecossistemas (ROSA, 2014). Embora já utilizado anteriormente, o conceito se consolida em 2005, no âmbito da Avaliação Ecológica do Milênio que estabeleceu a classificação dos serviços em quatro categorias (op. cit. p.20):

- Serviços de Regulação: regulação do clima, manutenção da qualidade do ar, da água e do solo, moderação de eventos naturais extremos.
- Serviços de Suporte: manutenção dos habitats dos seres vivos e manutenção da diversidade genética.
- Serviços de Provisão: energia e matéria, como alimentos, matéria-prima, água potável.
- Serviços Culturais: referem-se ao bem-estar não material, como lazer, turismo, espiritualidade, inspiração, herança e transmissão cultural.

Identificar a vulnerabilidade de determinada população a um evento, seja este de origem natural ou tecnológica, demanda a análise de várias dimensões da realidade. Ao analisar a relação entre estudos sobre população e ambiente e a vulnerabilidade a perigos naturais, Hogan e Marandola Jr realçam a crescente preocupação com a dimensão relacional, circunstancial e espacial, nestes estudos, pois “cada lugar, sociedade e indivíduo, exposto aos mesmos perigos, pode ser afetado de modo diferente” (HOGAN; MARANDOLA JR, 2007, p. 76). Diferenças institucionais, políticas, econômicas, culturais e espaciais influenciam de maneira distinta pessoas e lugares. Os autores entendem o termo vulnerabilidade como a situação que, envolvendo as condições sociais, econômicas, demográficas, geográficas, entre outras, “afetam a capacidade de responder ao perigo e ao risco” (op. cit., p. 75). Salientam ainda que

Embora um entendimento mais abrangente das relações entre os componentes e dimensões da vulnerabilidade seja necessário, é igualmente importante prosseguir nos esforços para compreender o específico nexos causal em lugares específicos, porque são neles que se materializam as diferentes dimensões da vulnerabilidade, dando-nos pistas sobre a natureza de tais interações. [...] Seria um erro, porém, subestimar a importância de estratégias locais e da experiência das comunidades na redução da vulnerabilidade (DELICA-WILLISON; WILLISON, 2004). Estratégias e ações na escala local são respostas culturais significativas que produzem efeitos importantes e duradouros na capacidade de adaptação e resposta ao risco por parte de pessoas e de lugares (HOGAN; MARANDOLA JR., 2007, p. 77).

A vulnerabilidade social de uma comunidade é, então, um dos componentes a serem estudados para que se tenha a compreensão da capacidade de resposta de um determinado grupo a potenciais impactos. A vulnerabilidade social é a condição que caracteriza grupos de pessoas em situação de exclusão social, sobretudo por fatores socioeconômicos.

O Índice de Vulnerabilidade Social – IVS – é um indicador que busca traduzir a ausência ou a insuficiência de recursos necessários ao bem-estar e à qualidade de vida da população, o que provoca situações de vulnerabilidade social, e tem como referência os resultados dos censos demográficos de 2000 e 2010. São dezesseis indicadores que compõem o IVS, organizados em três dimensões, conforme Tabela 14.

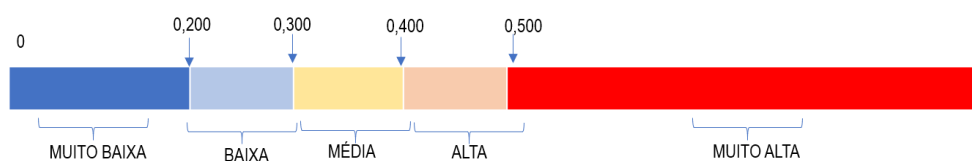
Tabela 14 Indicadores que compõem as três dimensões do Índice de Vulnerabilidade Social – IVS

Dimensão	Indicador
IVS infraestrutura urbana	Percentual de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados.
	Percentual da população que vive em domicílios urbanos sem serviço de coleta de lixo.
	Percentual de pessoas que vivem em domicílios com renda <i>per capita</i> inferior a meio salário mínimo (de 2010) e que gastam mais de uma hora até o trabalho no total de pessoas ocupadas, vulneráveis e que retornam diariamente do trabalho.
IVS capital humano	Mortalidade até 1 ano de idade.
	Percentual de crianças de 0 a 5 anos que não frequentam a escola.
	Percentual de pessoas de 6 a 14 anos que não frequentam a escola.
	Percentual de mulheres de 10 a 17 anos de idade que tiveram filhos.
	Percentual de mães chefes de família sem ensino fundamental completo e com pelo menos um filho menor de 15 anos de idade no total de mulheres chefes de família.
	Taxa de analfabetismo da população de 15 anos ou mais de idade.
	Percentual de crianças que vivem em domicílios em que nenhum dos moradores tem o ensino fundamental completo.
	Percentual de pessoas de 15 a 24 anos que não estudam, não trabalham e possuem renda domiciliar <i>per capita</i> igual ou inferior a meio salário mínimo (2010) na população total dessa faixa etária.
IVS renda e trabalho	Proporção de pessoas com renda domiciliar <i>per capita</i> igual ou inferior a meio salário mínimo (2010).
	Taxa de desocupação da população de 18 anos ou mais de idade.
	Percentual de pessoas de 18 anos ou mais sem ensino fundamental completo e em ocupação informal.
	Percentual de pessoas em domicílios com renda <i>per capita</i> inferior a meio salário mínimo (2010) e dependentes de idosos.

Fonte: IPEA, 2015

O IVS varia entre 0 e 1, sendo que quanto mais próximo a 1, maior é a vulnerabilidade social de um município (Figura 7). As faixas de IVS definidas pelo IPEA são:  **muito baixa**, **baixa**, **média**, **alta** e **muito alta**.

Figura 7 Faixas do Índice de Vulnerabilidade Social



Fonte: IPEA, 2015



O IVS está disponível na plataforma eletrônica do IPEA em diferentes recortes territoriais, sendo o de maior detalhe o municipal.

A escala do município é comumente utilizada para diagnósticos do meio socioeconômico nos estudos de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA). Muitas das informações que contribuem para o conhecimento das características da Unidade de Conservação e de seu entorno, nos aspectos social, político, econômico e territorial, estão agregadas nas estatísticas nessa escala. Assim, a fim de elaborar um perfil socioeconômico geral do contexto onde se insere a Unidade de Conservação procedeu-se à consulta de dados do Censo do IBGE de 2000 e de 2010, além de outras fontes oficiais, organizando-as por município.

Entretanto, potenciais impactos relacionados ao meio socioeconômico podem não ser identificados nessa escala municipal de estudo. Optou-se, então, por uma escala de maior detalhe, chegando-se aos setores censitários. A escolha dos setores censitários, conforme descrito na delimitação da área de estudo, obedeceu ao critério de proximidade à UC (Zona de Amortecimento ou raio de 3 km). Posteriormente, a observação do mapa de nodalidade mostrou alguns espaços de interesse para a análise em razão da interação potencial com a UC. Considerando que o IVS acima descrito – e mesmo o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M), outro importante indicador das condições de vida de uma população – são disponibilizados na escala municipal, buscou-se no Censo Demográfico de 2010, no âmbito dos setores censitários, dados estatísticos que permitam compreender algumas das características da vizinhança da UC, de modo a contribuir para a compreensão do grau de vulnerabilidade das comunidades do entorno da UC. Não se trata de calcular o índice de vulnerabilidade de cada uma das comunidades, mas de, a partir de algumas variáveis levantadas pelo Censo 2010, compreender as condições sociais da comunidade inserida em cada setor censitário.

Mesmo nessa escala mais detalhada, deve-se considerar que as informações são decorrentes de dados estatísticos datados. Então, nesta etapa, considera-se importante a identificação dos setores que, por sua condição de vulnerabilidade e/ou proximidade com a UC e com o Rio Doce, devem ser visitados durante a etapa de campo.

Além das estatísticas para o delineamento do perfil social e econômico, para se traçar a linha de base do meio socioeconômico, cultural e de uso público recorreu-se à interpretação do mapa de uso da terra da região em que se encontra inserida a UC; a publicações em revistas científicas e anais de congressos, teses e dissertações, relacionadas ao turismo, lazer e uso público na região, às comunidades tradicionais indígenas, quilombolas e ribeirinhas, ao patrimônio histórico, arqueológico e cultural presente nas próprias UCs ou em seu entorno. Por meio de consultas aos sítios eletrônicos de instituições oficiais nos três níveis de governo foi possível se obter a relação de bens patrimoniais. Porém, nem sempre havia referência quanto a sua localização, o que impossibilitou em muitos casos afirmar a relação entre determinado bem e a UC.

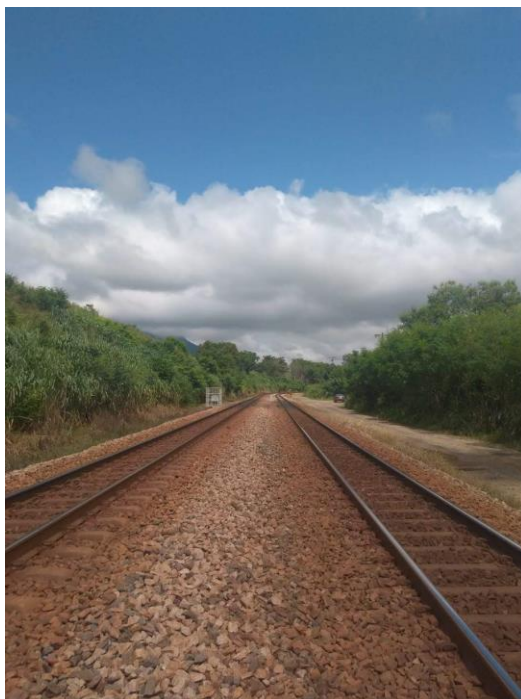
## 4.3.2 Caracterização da Linha de Base do Meio Socioeconômico e Cultural e de Uso Público no MONA Pico do Ibituruna

### 4.3.2.1 Histórico das Formas de Uso e Ocupação do Território

Um breve olhar ao passado do município de Governador Valadares, que passou a ser chamado assim a partir de 1938, mostra que no auge da exploração aurífera nas Minas Gerais a região encontrava-se afastada do eixo econômico da colônia. Dominada pelo grupo indígena denominados como “Botocudos”, apenas no século XIX, no âmbito de uma estratégia militar, que o Vale do Rio Doce foi inserido nos planos de governo de ocupação do território. O Rio Doce exerceu importante papel de conexão da região à zona litorânea, por onde chegavam os ordenamentos da Coroa (GUIMARÃES, 2008). No Brasil Colônia e Imperial a conexão de áreas de exploração se dava no sentido leste-oeste, adentrando o território a partir do litoral, por verdadeiras hidrovias nos grandes rios, com uma estrutura econômica baseada nessas “bacias de exportação” (MORAES, 1991). Obedecendo a este modelo, o Rio Doce exerceu esse papel integrador antes do advento dos demais modais (ferrovia e rodovia), ligando a região da atual Governador Valadares com a zona costeira.

No início dos 1900, a Estrada de Ferro Vitória-Diamantina (EFVM), Vitória-Minas, (Figura 8) com uma estação de trem na localidade de Figueira transformou-a em entreposto comercial e, 30 anos depois, a abertura das estradas de rodagem de Figueira a Peçanha e a Itambacuri, viabilizaram a comunicação com Teófilo Otoni e contribuíram para a diminuição do isolamento da região (IBGE, 2017).

Figura 8 - Trilhos da Estrada de Ferro Vitória-Minas Gerais



Dentre outros elementos do passado da região, dois deles foram marcantes para a configuração atual e seus efeitos encontram-se visíveis na paisagem: a atividade madeireira e a pecuária.

Governador Valadares era considerada a cidade das serrarias na década de 50 do século passado (MINAS GERAIS, 2012). A extração madeireira foi atividade presente em todo o Vale do Rio Doce e abasteceu, além dos trens da EFVM, os fornos de carvão das siderúrgicas que se instalavam na região a montante do Rio Doce, na atual Mariana e Ouro Preto. Apenas no final dos anos de 1960 e início dos 1970, iniciou-se a atividade de silvicultura com plantio de eucaliptos, subsidiada pelo governo federal.

Em toda a área, a extração de madeira nativa (ipê, peroba, jequitibá, jacarandá e outras) e a produção de carvão vegetal se expandiram desde o início do século XX, tanto com o objetivo de exportação, através do porto de Vitória, quanto para utilização como combustível pela EFVM. A primeira indústria de madeira de Figueira foi fundada em 1920 (HENRIQUES, 2009, p. 14).

A atividade pecuária teve alguma expressão econômica na década de 1940 (IBGE, op. cit.) caracterizando-se por ser de *invernada* – a engorda do gado para grandes mercados consumidores. Os proprietários das fazendas de gado eram muitas vezes comerciantes na cidade e os investimentos na atividade e na propriedade rural eram de baixa importância. Na década de 1960, em razão da diminuição da demanda mundial por mica e do esgotamento das reservas de madeira, superexploradas até então, houve a introdução da pecuária extensiva nas áreas onde antes havia mata nativa, áreas então já completamente devastadas. A pecuária extensiva foi introduzida devido ao seu custo, favorecida pelo baixo investimento e pouca mão de obra (HENRIQUES, 2009; MINAS GERAIS, 2012). Entretanto, a falta de manejo adequado dos rebanhos contribuiu para o empobrecimento dos solos, formação de sulcos, ravinamentos e erosões e diminuição da disponibilidade de água (HENRIQUES, 2009).

O Pico do Ibituruna foi uma das áreas que passou pelos processos de exploração madeireira, tendo sido “um dos pontos devastados pela extração vegetal e mineral que, em muito, comprometeu a vegetação, o solo e seus mananciais de água” (MACIEL, op. cit. p. 73). Houve plantações de café nas áreas mais elevadas e a introdução de pastagens – rebanho bovino de corte e leite – nas encostas e baixadas.

HENRIQUES (2009) descreveu o predomínio, no período de sua pesquisa, de propriedade tipicamente rural, a despeito do avanço da quantidade de casas de campo e chácaras de lazer, sobretudo nas porções mais elevadas. Há destaque para a exploração da pecuária de corte e leite como atividade econômica na UC, sendo as fazendas e pequenas propriedades o maior percentual de área ocupada na Unidade de Conservação.

Com relação à agricultura praticada na localidade, o autor indica que:

Nas pequenas propriedades rurais, predomina a agricultura de subsistência com as culturas de milho, feijão e verduras, destinadas ao mercado dos municípios de Alpercata e Governador Valadares, absorvendo a mão de obra de parte dos trabalhadores da região. Apesar de sua importância, a agricultura local passa por sérias dificuldades de expansão e modernização, configurando-se em problemas estruturais que determinam pouco dinamismo econômico. Destacamos o Córrego Brejaúba, com produtores de hortaliças folhosas que abastecem o município de Governador Valadares. Há algumas propriedades que cultivam o café e fruticultura (banana, coco e citrus), onde apenas o coco tem alguma importância econômica significativa (HENRIQUES, 2009, p. 22).

A Proposta para a criação do MONA Pico do Ibituruna indica a existência aproximadamente 220 propriedades rurais na região do Pico. E segue:

As propriedades possuem em média de 2 (dois) hectares, sendo que cerca de 10% correspondem a propriedades com área superior a 30 ha, considerando o interior e entorno imediato da Unidade de Conservação. As atividades desenvolvidas nas

propriedades rurais são: pecuária, horticultura, turismo e lazer, prestação de serviços e agricultura de subsistência, sendo importante destacar o predomínio de áreas de sítios utilizadas pela população valadarense de classe média-alta, e que absorve mão de obra de outros sítios de renda mais baixa da região. A fonte de renda dos moradores é predominantemente de atividades não-rurais, ou seja, externas as propriedades. A média de moradores por propriedades é de 3 (três) pessoas justificada pelo considerável número de propriedades utilizadas apenas nos finais de semana para lazer (MINAS GERAIS, 2012, p. 12).

HENRIQUES (op. cit.) atribuiu o avanço da urbanização dentro do MONA Pico do Ibituruna à proximidade com a cidade e à falta de controle do crescimento do tecido urbano. Pode-se dizer que ocorreu uma valorização de áreas mais próximas ao Pico num processo de valorização espacial destacado pelo verde da paisagem do entorno da UC, com frentes de expansão urbana, ou em vias de conversão de uso de rural para urbano, provavelmente com a articulação do capital imobiliário (rentista) com o poder público local, num modelo semelhante ao estudado em outras partes do Brasil, como indicado por Brito (2006). O avanço imobiliário, por meio de loteamentos, ocorre nas áreas mais elevadas e ao longo do perímetro da UC. Nas primeiras áreas, o parcelamento do solo se dá para a formação de chácaras de lazer e casas de campo. Observou-se, também, a fragmentação de propriedades a partir do aumento do número de construções em cada lote, com potencial para maior degradação ambiental. A Tabela 17 apresenta os loteamentos e a respectiva data de aprovação junto à Prefeitura Municipal de Governador Valadares.

Tabela 15 - Loteamentos no Pico do Ibituruna identificados na Prefeitura Municipal de Governador Valadares

Nome	Data
Chácaras Shangri-la	1976
Maanain	1977
Village da Serra	1980
Recanto das Cachoeiras	1985
Village do Sol	1992
Chácaras Julieta Lucas	1996
Desmembramentos na BR-116	1994

Fonte: HENRIQUES, 2009

O autor apontou a inobservância do acesso à água ou às nascentes em todas as propriedades nos parcelamentos, indicando que a ocupação no decorrer do ano de cada uma das propriedades depende desse quesito.

(...) os lotes que possuem ocupação durante todo o ano são aqueles possuem nascentes, uma vez que 88% da água de consumo doméstico é originada de nascente. As propriedades sem nascentes podem ser divididas em dois grupos, os lotes sem construções e os lotes com uma casa de campo que apresentam baixa taxa de visitação/ocupação, acontecendo principalmente nos períodos chuvosos, quando há

abundância de água, contraditoriamente neste período o acesso é dificultado pela precariedade das estradas (HENRIQUES, op. cit. p. 28)

Com vistas à sustentabilidade ambiental da área e ao cumprimento dos objetivos da Unidade de Conservação, dois aspectos (dentre outros) devem ser considerados na configuração atual. O primeiro diz respeito às possibilidades de trabalho para a população residente na UC decorrentes das atividades de lazer, como pousadas, clubes e casas de campo. Outro, é a importação de um padrão construtivo urbano para uma área natural, uma Unidade de Conservação, um patrimônio paisagístico protegido pela legislação.

Como se pode observar na Tabela 16, a paisagem dominante é a de áreas definidas como *vegetação campestre ou pastagem*, correspondente, na imagem, a 72,37% do território. A partir das informações coletadas e descritas anteriormente (HENRIQUES, 2009; MINAS GERAIS, 2012), indaga-se sobre a atual função dessas áreas, sobretudo no interior do MONA e da APE. Entre o pico e a porção urbana do território, como será melhor analisado adiante, os usos são, preponderantemente, relacionados ao turismo e lazer, com condomínios, chácaras, clubes de campo, restaurantes. Como a produção agrícola é de pequena monta e há tendência de valorização das áreas pelo mercado imobiliário, sugere-se que grande parte do território assinalado como *vegetação campestre ou pastagem* no interior das UCs seja, de fato, área de especulação. Tal inferência é reforçada pela leitura de uma tendência de movimento da mancha urbana em direção às UCs e pelas informações econômicas sobre a ocupação no município. Ou seja, embora a *vegetação campestre ou pastagem* seja de maior ocorrência na área, com esses mais de 70% de recobrimento do território, a agropecuária representa apenas 4,69% do pessoal empregado no município em 2010, de acordo com os dados do IBGE, vide Tabela 27. Segundo esses dados, Governador Valadares apresenta sua economia fortemente alicerçada no setor terciário, com comércio e serviços representando mais de 70% do pessoal empregado no município e contribuindo com mais de 60% para a formação do PIB municipal, enquanto a agropecuária contribui com algo em torno de 1%.

Tabela 16 - Tipologia de uso da terra

Tipo de uso e ocupação	Hectare	Km <sup>2</sup>	Percentual (%)
Área alagada	0,94	0,01	0,003
Área edificada	4.171,93	41,72	15,03
Cultura agrícola	34,28	0,34	0,12
Massa d'água	890,62	8,91	3,21
Mineração	110,52	1,11	0,40
Rocha exposta	6,35	0,06	0,02
Silvicultura	2,25	0,02	0,008
Solo exposto	168,33	1,68	0,61
Vegetação arbórea	2.282,23	22,82	8,22
Vegetação campestre/pastagem	20.081,14	200,81	72,37

O Mapa 15 - Mapa da cobertura vegetal da área de estudo MONA Pico do Ibituruna e entorno., corresponde ao uso e ocupação da terra da área de estudo, indica como de *vegetação arbórea* parte significativa da área no interior do Monumento Natural Pico do Ibituruna, que, saindo de seus limites, na Área de Proteção Especial de mesmo nome, acompanha os cursos d'água dos córregos do Brejaúva e do Ibituruna. É possível observar na paisagem que a concentração de *vegetação arbórea* ocorre no interior do MONA, com alguns fragmentos na APE e, ainda mais raros, fora das duas unidades de conservação.

Embora tenha um caráter especulativo, que do ponto de vista econômico pode gerar investimentos e dinamizar a economia local, o uso da terra *vegetação campestre ou pastagem* apresenta um impacto nas condições ambientais da região. Esse caráter especulativo tem levado a um manejo inadequado das propriedades, ou seja, sem a construção de aceiros, não observância de podas frequentes, ou não utilização de rotatividade de plantações em áreas agrícolas, entre outros fatores, que tem como consequência a vulnerabilidade das áreas a incêndios. Agrava-se esta condição a ação de piromaniacos, que com frequência ateam fogo em áreas com vegetação ressequida. Não se pode descartar também o uso destes piromaniacos ou a ação deliberada de pessoas para atear fogo na vegetação, como elemento que impede a regeneração florestal e, portanto, mantém a área com campos sujos ou estágios pioneiros de sucessão florestal. Assim, nessa lógica, evita-se a recomposição da vegetação, que poderia avançar para estágios de porte arbóreo com consequente impedimento de desmatamentos, fatores esses já revelados em outras regiões brasileiras, como constatado por Medeiros; Fiedler (2004), Silva (1999), Vicentini (1999) e Soares (1985), entre outros trabalhos. A recomposição da vegetação pode impedir usos futuros, ligados a essas motivações especulativas.

Estes fatores associados têm gerado grandes focos de incêndios, os quais têm se revelado como uma das principais preocupações ambientais do município. Os incêndios intencionais e decorrentes de práticas agropastoril descuidadas têm sido frequentes no Pico do Ibituruna segundo SILVA (s/d). As consequências são o empobrecimento do solo da área, destruição de brotações, dificuldade de regeneração da vegetação nativa, com processos de erosão laminar e formação de voçorocas. Corroborando esses dados, as Estatísticas do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG), em Governador Valadares, apontam que o Pico do Ibituruna é a área mais atingida por incêndios florestais, tanto acidentais como criminosos no município. A área estudada pelo autor é aquela denominada “rojão”, que tem um curso d’água, com o mesmo nome.

Este local é utilizado para a prática de esportes radicais como o motocross, bicicross e paintball, para acampamentos e piquenique, usado também por jovens e adolescentes para acesso à pé, ao pico. Foi escolhida para estudos, devido ser a área que se avista da cidade e por ser a parte da Ibituruna com maior índice de focos de incêndios (SILVA, s/d, p. 7).

O levantamento mostrou que no período entre 2003 e 2013 a área queimada chegou a 23.519 ha conforme descrito na Tabela 17.

Tabela 17 - Ocorrência de incêndios no Pico do Ibituruna

ANO	MESES	ÁREA QUEIMADA (ha)
2003	março a outubro	22.146,3
2004	setembro	17,4
2005	julho a outubro	8,3
2006	julho a outubro	5,2
2007	junho a outubro	102,2
2008	julho	200,5
2009	junho a outubro	56,04
2010	agosto a outubro	90,21
2011	junho a novembro	120,3
2012	maio a outubro	545,1
2013	julho a outubro	235,7

Fonte: Polícia do Meio Ambiente, IEF e Corpo de Bombeiros, apud SILVA (s/d)



A imagem que compõe o Mapa 15, de uso e ocupação da terra, associada à conjectura quanto à existência de extensas áreas reservadas pela especulação imobiliária, adequa-se à reflexão de Hogan e Marandola (2007):

As cidades são cada vez mais dispersas, aumentando suas áreas de terras devido à especulação imobiliária (em cidades grandes e de porte médio é comum encontrar mais da metade das terras desocupadas), sem considerar a natureza das relações entre população e ambiente. O que em geral prevalece é o ajuste ao ambiente da cidade, e não o contrário, processo que está na raiz de muitos perigos urbanos, especialmente inundações. É importante pensar nesses termos porque a identificação tardia de áreas de risco e a remoção da população dessas áreas são processos complexos que envolvem problemas éticos, sociais, técnicos e financeiros difíceis de resolver. Além disso, essas ações são apenas paliativas. Enquanto o modelo corrente de urbanização continuar a ignorar os limites ambientais da localização de cada cidade, nenhuma solução será possível. Quando estivermos ocupados com uma área de risco, haverá outra sendo criada num processo sem fim. Padrões de urbanização e de uso da terra devem ser reexaminados, porque a forma urbana é um reflexo de processos que reproduzem riscos em novos contextos, ampliando sua magnitude e intensidade, e aumentando os números de lugares e pessoas vulneráveis (HOGAN; MARANDOLA, 2007, p. 81).

#### **4.3.2.2 Perfil Socioeconômico**

Conforme apontado no item metodologia de trabalho, o perfil socioeconômico da área de estudo foi traçado e analisado a partir de duas escalas: a do município e a dos setores censitários. No caso do MONA Pico do Ibituruna, a UC está localizada integralmente no município de Governador Valadares. Para a caracterização do município foram consultados dados que permitem uma visão generalista acerca de sua demografia, economia, condições de vida de sua população, infraestrutura e saneamento básico. Os dados gerais de caracterização do município foram obtidos junto a fontes oficiais (IBGE, Fundação João Pinheiro, PNUD, IPEA).

#### **O Município de Governador Valadares**

##### **Demografia**

O município de Governador Valadares, distante 316 km de Belo Horizonte, capital do Estado de Minas Gerais, faz parte da Mesorregião geográfica do Vale do Rio Doce e é o município com a maior população da Região de Planejamento do Rio Doce, caracterizando-se como um centro regional, referência aos outros municípios das proximidades.

O município possuía população total de 263.689 habitantes em 2010, representando 1,3% da população do estado de Minas Gerais. Pode-se observar na Tabela 18 que Governador Valadares é mais adensada do que a média do Estado de Minas Gerais. Com área de 2.343,9 km<sup>2</sup>, a densidade demográfica era de 105,3 hab/km<sup>2</sup> em 2000 e de 112,6 hab/km<sup>2</sup> em 2010, muito acima do Estado, que era de 30,5 e 33,4, respectivamente.

Tabela 18 - Área Territorial, População e Densidade Demográfica em Governador Valadares e MG, 2000 e 2010

Localidade	Área (km²)	População		Densidade	
		2000	2010	2000	2010
Governador Valadares	2.343,9	247.131	263.689	105,3	112,6
Minas Gerais	586.528	17.891.494	19.597.330	30,5	33,4

Fonte: IBGE, 2000; IBGE, 2010; IBGE, 2018.

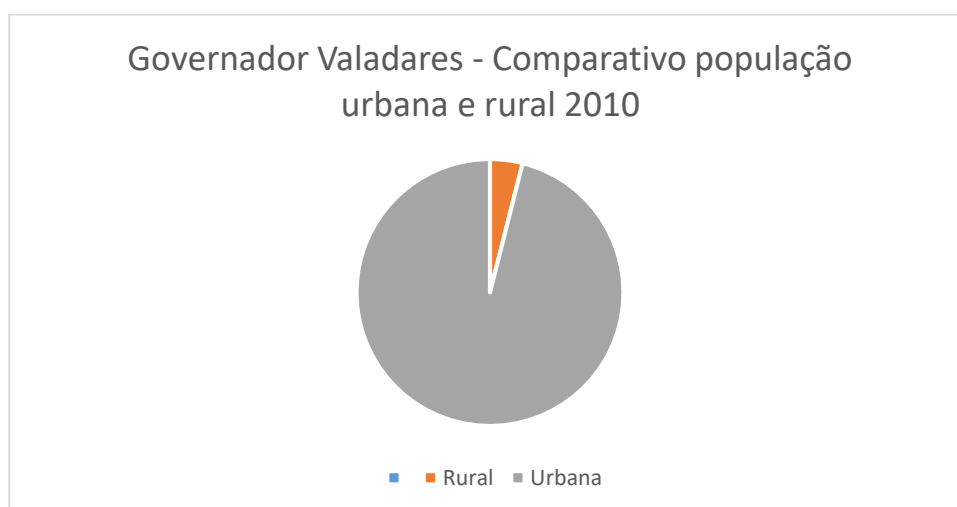
Os dados do Censo de 2010 apontam, ainda, que a maior parte da população (96,06%) de Governador Valadares residia em área urbana, acompanhando a tendência do estado de Minas Gerais e do Brasil, ainda que em percentual mais acentuado, conforme pode ser verificado na Tabela 19 e visualizado no Gráfico 13.

Tabela 19 - População Residente Total, Urbana e Rural em Governador Valadares 2000 e 2010

Localidade	2000					2010				
	População total	População rural	%	População urbana	%	População total	População rural	%	População urbana	%
Governador Valadares	246.944	11.017	4,47	235.927	95,53	263.689	10.389	3,94	253.300	96,06
Minas Gerais	17.891.494	3.219.666	18,00	14.671.828	82,00	19.597.330	2.882.114	14,7	16.715.216	85,3
Brasil	169.799.170	31.837.000	18,75	137.961.000	81,25	190.755.799	29.830.007	15,6	160.925.792	84,4

Fonte: IBGE, 2000; IBGE, 2010

Gráfico 13 - Comparativo entre população urbana e rural em Governador Valadares – 2010



Fonte: IBGE, 2010

Sobre a situação do domicílio, se rural ou urbano, cabe chamar a atenção para a necessidade de considerar um aspecto relacional entre ambas as categorias, tanto no domínio de sua base material quanto no domínio das representações. Abramovay (2000, apud IPEA, 2018) classifica como “vícios de raciocínio” as definições utilizadas pelo IBGE,

que em suas pesquisas não foge da clássica centralidade urbana e da simplificação do rural como espaço exclusivo de atividades produtivas relacionadas ao setor agropecuário. Ainda que as opções metodológicas em grandes pesquisas amostrais sejam necessárias e justifiquem, em grande medida, a adoção de simplificações conceituais, ao reproduzir uma dada hierarquização e supremacia do urbano sobre o rural temos como resultado uma ambiguidade entre os dados produzidos e a realidade social vivida (IPEA, 2018, p. 27).

Essa informação deve ser considerada, então, associada a outras informações, como a densidade demográfica (112,6 habitantes/km<sup>2</sup>) e a interpretação das informações contidas no Mapa 16, de uso e ocupação da terra, que apresenta uma contígua mancha de área edificada. Acrescente-se que, dos 334 setores censitários pesquisados no Censo de 2010, apenas 3 eram do “tipo rural”, segundo definição do IBGE.

Conforme se observa na Tabela 20 e na Tabela 21, os dados relativos ao sexo apresentam um número maior de mulheres em relação aos homens entre a população urbana e o inverso na população rural em 2010; fato que pode indicar algum movimento migratório. Em relação à população brasileira, o percentual é de 49% homens e 51% mulheres.

Tabela 20 - População Total, por Sexo, Rural/Urbana - Governador Valadares, 2000

População Total	Urbana			Rural			Total	
	Total	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Homens	Mulheres
246.944	235.927	112.118	123.809	11.017	6.014	5.003	118.132	128.812

Fonte: IBGE, 2010

Tabela 21 - Tabela: População Total, por Sexo, Rural/Urbana - Governador Valadares, 2010

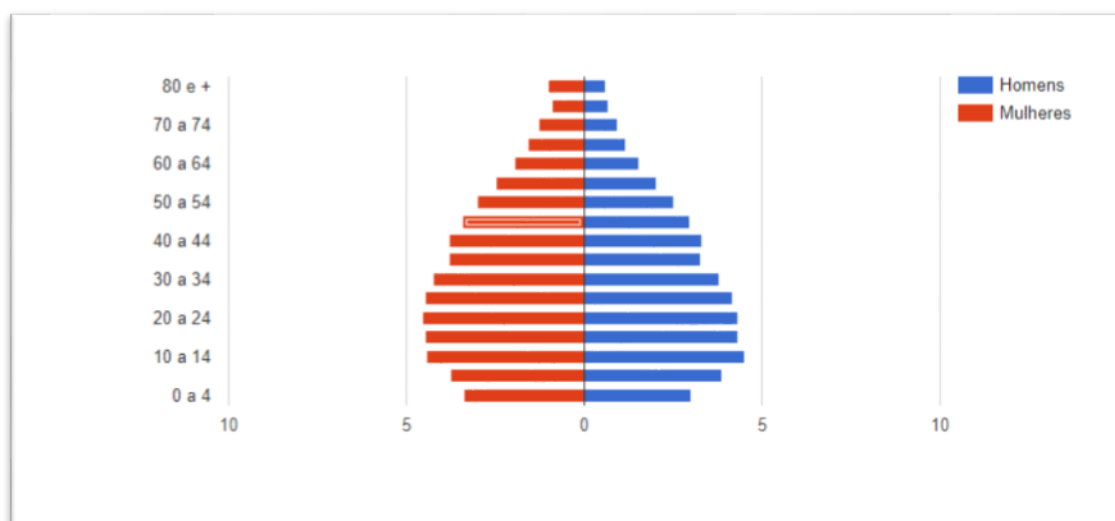
População Total	Urbana			Rural			Total	
	Total	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Homens	Mulheres
263.689	253.300	119.609	133.691	10.389	5.628	4.761	125.237	138.452

Fonte: IBGE, 2010

Um aspecto importante em relação à demografia é o processo de transição demográfica, decorrente da diminuição das taxas de mortalidade, natalidade e sobretudo da taxa de fecundidade, que ao longo do tempo declinam e tendem a se equilibrar em patamares mais baixos, alterando significativamente a composição e dinâmica da população. O Brasil encontra-se em fase adiantada nesse processo e, ainda que o fenômeno atinja a sociedade brasileira como um todo, diversidades regionais e socioculturais tornam-no múltiplo, fazendo com que assuma características variadas de acordo com o território em que acontece. Algumas

características importantes da transição demográfica ora em curso: i) declínio acentuado das taxas de crescimento populacional; ii) significativas alterações na estrutura etária da população; iii) crescimento populacional de forma mais acentuada nas áreas definidas como urbanas; iv) as áreas rurais tendem a perder população; v) *envelhecimento demográfico* (aumento do peso relativo dos idosos no conjunto da população), quando a migração não é significativa na área em estudo (CARMO et. al., 2012). O Gráfico 14 apresenta a pirâmide etária de 2010 do município de Governador Valadares. No eixo horizontal encontra-se o percentual da população, dividida por sexo; no eixo vertical estão os grupos de idade, as faixas etárias. Em comparação com os dois censos anteriores (1991 e 2000) identifica-se contínua diminuição da base, decorrente da diminuição das taxas de natalidade e fecundidade, sobretudo no decênio 2000-2010. Em 1991, o grupo de habitantes entre 0 e 4 anos representava 10,20% do total da população. Em 2010, o mesmo grupo representou 6,39% do total da população. Também o topo da pirâmide apresenta alterações, com aumento significativo de habitantes com mais de 80 anos, resultado da diminuição da taxa de mortalidade e consequente aumento da expectativa de vida. Em 1991, representavam 0,75% da população; em 2010 eram 1,61%.

Gráfico 14 – 2010: Pirâmide Etária de Governador Valadares – MG (distribuição por sexo, segundo os grupos de idade)



Fonte: Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil 2013 – PNUD, Ipea e FJP

## Condições sociais e qualidade de vida da população

### Avaliação do IDHM

Para a análise das condições sociais e da qualidade de vida de uma população, atualmente, o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é um dos principais indicadores. O IDH tem uma metodologia padronizada para medida e avaliação do bem-estar de uma determinada população em todos os países membros da ONU, possibilitando o estabelecimento de um ranking mundial onde, entre os 189 países analisados, o Brasil ocupa o 79º lugar, com IDH 0,759 (alto).

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) permite a análise da série histórica de todos os municípios brasileiros desde o Censo de 1991, o que contribui e permite também a indicação de tendências

quanto ao desenvolvimento da localidade. O IDHM é um número com variação entre 0 e 1, sendo que quanto mais próximo de 1, maior é o desenvolvimento humano num município. A Tabela 22 apresenta as variáveis consideradas no cálculo do índice.

Tabela 22 - Variáveis do IDHM

Dimensões	Variáveis utilizadas
Vida longa e saudável Longevidade	Medida pela expectativa de vida ao nascer, calculada a partir dos dados dos Censos Demográficos do IBGE.
Acesso ao conhecimento Educação	Medido a partir de dois indicadores: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Percentual de pessoas de 18 anos ou mais com ensino fundamental completo (peso 1);</li> <li>✓ Fluxo escolar da população em diferentes faixas etárias (5 a 6 anos, 11 a 13 anos, 15 a 17 anos e 18 a 20 anos) de modo a acompanhar a população em idade escolar em quatro momentos importantes da sua formação, o que facilita identificar se crianças e jovens estão nas séries adequadas às suas idades (peso 2).</li> </ul>
Padrão de vida Renda	Medido pela renda municipal per capita obtida a partir da soma da renda de todos os residentes dividida pelo número de pessoas que residem no município.

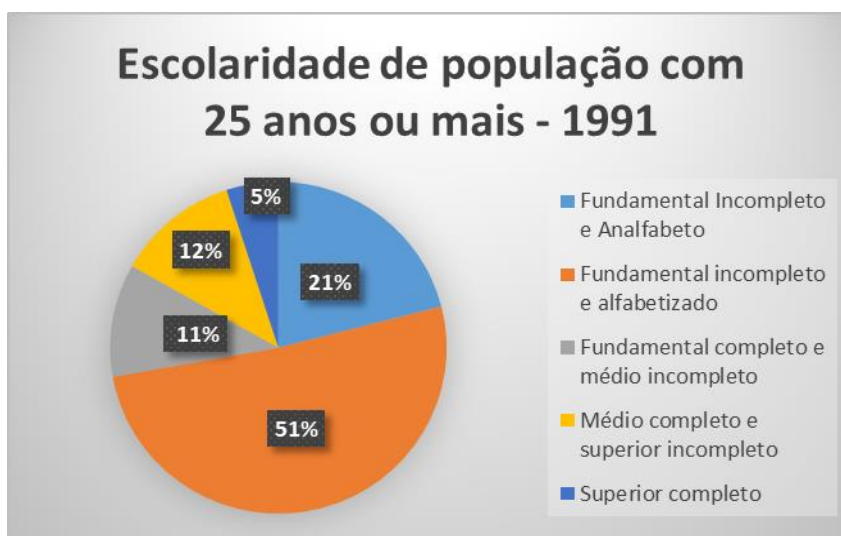
Fonte: Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil 2013 – PNUD, IPEA e FJP

O IDHM de Governador Valadares foi de 0,508 em 1991 para 0,635 em 2000 e para 0,727 em 2010, o que situa o município na faixa de **Desenvolvimento Humano Alto** (IDHM entre 0,700 e 0,799). Longevidade é a dimensão que mais contribuiu para o IDHM do município, com índice de 0,834, seguida de Renda, com índice de 0,714, e de Educação, com índice de 0,644 (PNUD, Ipea, FJP, 2013).

## Educação

Com relação à educação, os dados sobre escolaridade da população adulta, com mais de 25 anos de idade, mostram o resultado de sucessivas políticas públicas no plano nacional voltadas ao aumento da escolaridade da população brasileira. Destaque para as duas pontas desse processo: a diminuição do percentual de habitantes com escolaridade no nível fundamental incompleto ou analfabeto, que vai de 21% em 1991 para 9% em 2010; e o nível superior, que sai da faixa de 5% em 1991 e atinge 10% em 2010, conforme Gráfico 15, Gráfico 16 e Gráfico 17.

Gráfico 15 - Escolaridade da População Adulta (25 anos ou mais) em Governador Valadares – 1991 (em %)



Fonte: PNUD, Ipea e FJP, 2013

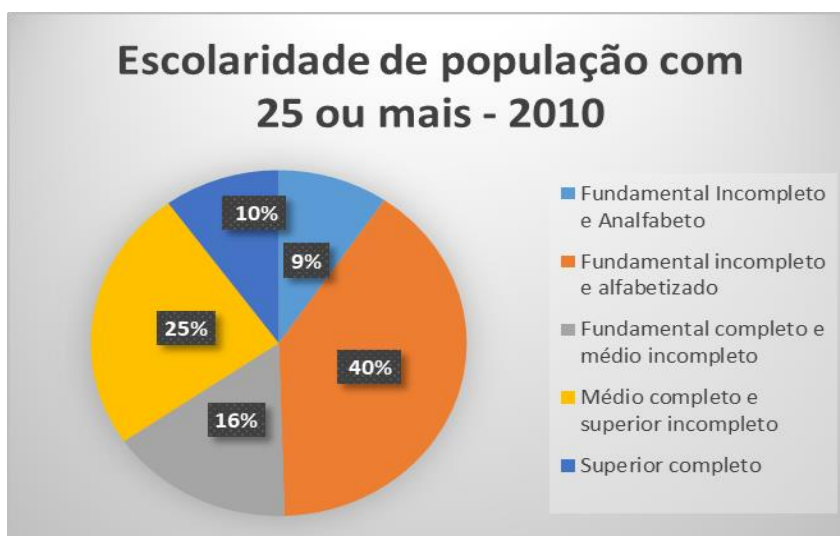
Gráfico 16 - Escolaridade da População Adulta (25 anos ou mais) em Governador Valadares – 2000 (em %)



Fonte: PNUD, Ipea e FJP, 2013



Gráfico 17 - Escolaridade da População Adulta (25 anos ou mais) em Governador Valadares – 2010 (em %)



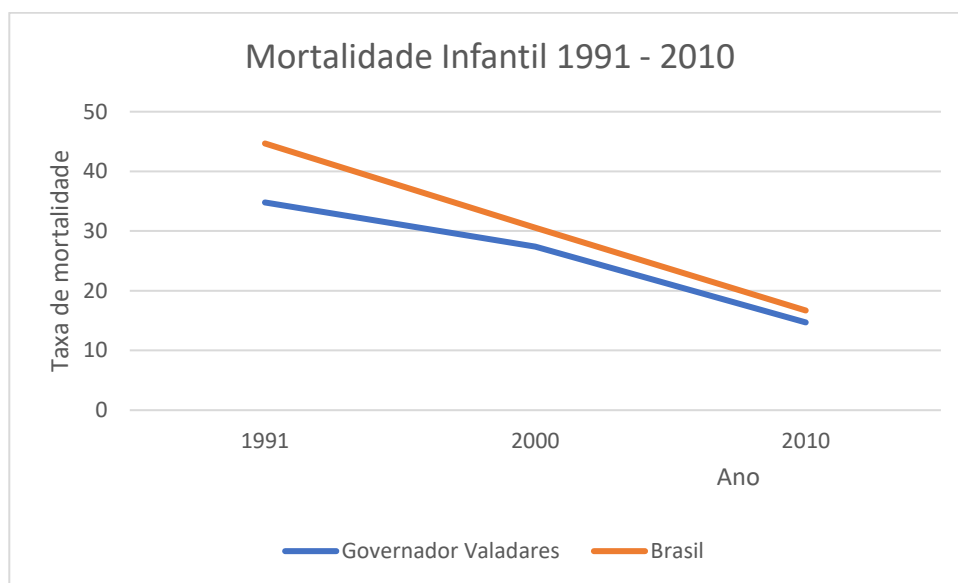
Fonte: PNUD, Ipea e FJP, 2013

Os percentuais de Governador Valadares para todas as faixas de escolaridade da população com mais de 25 anos de idade são muito semelhantes aos percentuais do Brasil para o mesmo período: analfabetos 11,82%; com fundamental completo 50,75%, com médio completo 35,83%; e com superior completo 11,27%.

## Saúde

Outra variável importante para a caracterização das condições de vida de uma determinada população é a saúde. Dentre os indicadores relacionados à saúde, a mortalidade infantil é dos mais importantes. A taxa de mortalidade infantil refere-se à morte de crianças no primeiro ano de vida em relação a cada mil crianças nascidas vivas no período de um ano. É um importante indicador social sobre as condições de saúde, de nutrição, de saneamento básico e de educação de um determinado local. As taxas de mortalidade infantil vêm diminuindo progressivamente em muitos países em desenvolvimento, inclusive no Brasil. Em Governador Valadares verifica-se que a taxa de mortalidade infantil apresenta uma tendência de queda, acompanhando a taxa brasileira. Em 2010, o município teve taxa inferior à do país, com 14,7 óbitos por mil nascidos vivos (Gráfico 18).

Gráfico 18 - Mortalidade Infantil em Governador Valadares 1991-2000-2010



Fonte: PNUD, Ipea e FJP, 2013

## Vulnerabilidade Social

Conforme destacado no item metodologia de trabalho, um importante aspecto a ser considerado para a compreensão dos potenciais impactos sobre a Unidade de Conservação na perspectiva do meio socioeconômico é a vulnerabilidade da população a alterações em seu ambiente. O Índice de Vulnerabilidade Social apresenta uma das dimensões a serem observadas.

Tabela 23 - Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), Governador Valadares, 2000 e 2010

Município	Ano	IVS	IVS Infraestrutura Urbana	IVS Capital Humano	IVS Renda e Trabalho
Governador Valadares	2000	0.363	0.147	0.462	0.481
	2010	0.243	0.081	0.326	0.321

Fonte: IPEA, 2018

Salienta-se que, diferentemente do IDHM anteriormente apresentado, quanto mais próximo de 1 é o IVS, maior é a vulnerabilidade social no município. A Tabela 23 apresenta a evolução do IVS em Governador Valadares, que vai da faixa **Média**, em 2000 para a faixa **Baixa**, em 2010. Comparativamente ao Brasil, a evolução se dá nas mesmas bases, ainda que o município apresente melhores resultados. No país, a evolução do IVS foi de 0.446 (**Alta**), em 2000 a 0.326 (**Média**), em 2010.

## Economia

Para caracterizar a atividade econômica em Governador Valadares foram observados os seguintes indicadores: o Produto Interno Bruto e o Produto Interno Bruto *per capita*, além de indicadores de ocupação e renda.

O município de Governador Valadares, considerado centro regional, tem pouca expressão quanto à participação na composição do PIB de Minas Gerais, conforme pode ser observado na Tabela 24. Sua evolução no período de 10 anos apresenta um decréscimo percentual em relação a essa participação.

Tabela 24 - Produto Interno Bruto a preços correntes de Governador Valadares e Minas Gerais, 2005 e 2015 (R\$ mil)

Unidade Territorial	2005	2015	Participação no PIB Estadual (%)	
			2005	2015
Governador Valadares	2.611.023	5.436.742	1,35	1,046
Minas Gerais	192.639.256	519.326.359	-	-

Fonte: IBGE, 2017

Quanto ao Produto Interno Bruto *per capita* (Tabela 25), o município de Governador Valadares apresentou, em 2005 e em 2015, valores inferiores aos índices nacionais e estaduais para o mesmo período. É importante destacar que o PIB *per capita* (divisão do PIB pelo número de habitantes de um determinado lugar) é um indicador que aponta quanto cada habitante produziu em determinado período. Não se trata de uma medida de renda pessoal, pois não considera o nível de desigualdade da sociedade. Assim, municípios que abrigam sede de empresas ou grandes hidrelétricas ou, ainda, grandes projetos de investimento para exploração de recursos naturais não renováveis, podem ter um PIB *per capita* relativamente alto sem que isso signifique uma renda *per capita* maior ou um melhor nível de bem-estar ou qualidade de vida para a população.

Tabela 25 - Produto Interno Bruto *per capita* em 2005 e 2015

Unidade territorial	PIB <i>per capita</i> (reais) - 2005	PIB <i>per capita</i> (reais) - 2015
Governador Valadares	7.855,14	19.531,13
Minas Gerais	10.013,77	24.884,94
Brasil	11.658,12	28.876,00

Fonte: IBGE, 2018

É recomendável, então, a utilização de outros indicadores para que se tenha uma aproximação com a realidade local. A Tabela 26 apresenta indicadores que demonstram aspectos interessantes. Observa-se, em sua leitura, fatores positivos para uma sociedade mais equânime, como o aumento da renda *per capita* e a diminuição do percentual de habitantes extremamente pobres e pobres, fenômeno que reflete a realidade nacional no período. Num dos países com a maior concentração de renda do mundo, o Índice de Gini<sup>10</sup>, que mede a concentração de renda, oscilou entre 1999 e 2010, demonstrando em 2000 uma concentração maior que em 1991 e 2010.

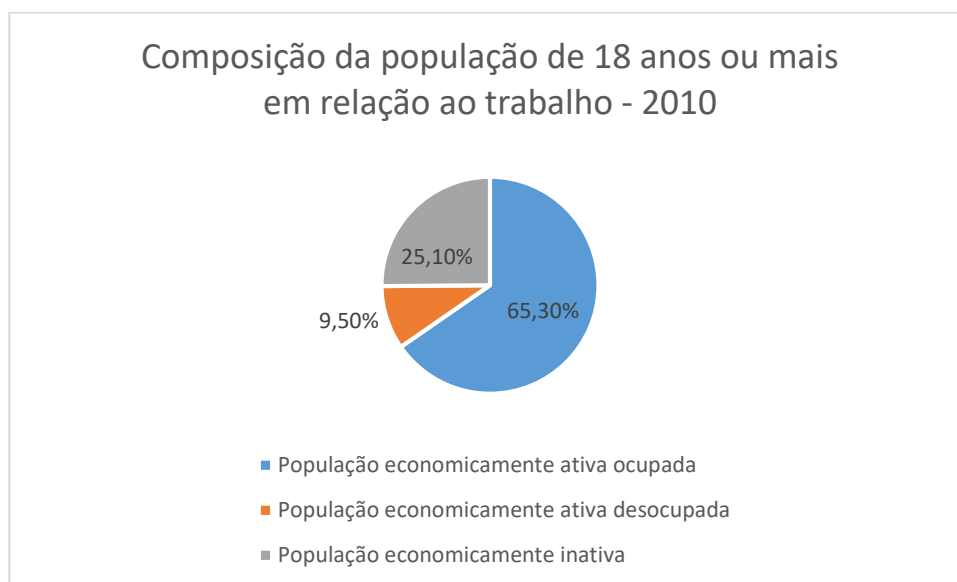
Tabela 26 - Renda, Pobreza e Desigualdade em Governador Valadares – 1991, 2000 e 2010

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

Fonte: PNUD, Ipea e FJP, 2013

O percentual de população economicamente ativa (PEA) com mais de 18 anos, representado pela **taxa de atividade** teve pequeno decréscimo entre 2000 e 2010, passando de 66,2% para 65,3%. O percentual da PEA desocupada, representado pela **taxa de desocupação**, passou de 15,08% para 9,53% no mesmo período (PNUD, Ipea e FJP, op. cit). Vide Gráfico 19.

Gráfico 19 - População Economicamente Ativa, 2010



Fonte: PNUD, Ipea e FJP, 2013

<sup>10</sup> O Índice de Gini, numericamente, varia de 0 a 1, sendo que 0 representa a situação de total igualdade e o valor 1 significa completa desigualdade de renda.

Tabela 27 - Ocupação na faixa etária de 18 anos por setor econômico – 2010

Setor Primário	%	Setor Secundário	%	Setor Terciário	%
Agropecuário	4,69	Indústria transformação	8,9	Comércio	21,33
Indústria extrativa	0,63	Construção	9,15	Serviços	48,74
Total	5,32	Total	18,05	Total	71,15

Fonte: PNUD, Ipea e FJP, 2013

Como pode ser observado na Tabela 27, em 2010, entre as pessoas ocupadas na faixa etária de 18 anos ou mais do município, o percentual de 48,74% encontrava-se no setor de serviços, ou seja, quase metade da população com mais de 18 anos, ocupada, encontrava-se em 2010 no setor de serviços.

Tabela 28 - Valor Adicionado (por setor) Governador Valadares 2015 (em R\$ mil)

Valor adicionado	2015
Agropecuária	45.151
Indústria	658.298
Serviços	3.149.732
Administração Pública	1.089.063

Fonte: IBGE, 2018

Em 2015, o setor de serviços representou, em termos de valor adicionado, mais de quatro vezes os valores referentes à agropecuária e indústria, contribuindo com 64% na formação do PIB municipal, enquanto administração pública participou com 22%, indústria com 13,3% e agropecuária com menos de 1%. A Tabela 28 mostra os valores absolutos e a importância do setor de serviços que vem tendo expressão crescente na composição do PIB do Brasil e de diversos países e abrange

atividades de alojamento e alimentação, transportes e serviços auxiliares dos transportes, correio e telecomunicações, informática, serviços imobiliários e de aluguel de bens, serviços prestados principalmente às empresas e outras atividades de serviços (serviços auxiliares financeiros, representantes comerciais e agentes do comércio, serviços auxiliares da agricultura, serviços recreativos, culturais e desportivos e serviços pessoais). O setor produtor de serviços vem assumindo papel cada vez mais importante no desenvolvimento da economia mundial, tanto do ponto de vista da geração de renda e emprego, como da substancial contribuição para a dinâmica econômica dos países (IBGE, 1999).

## ICMS Ecológico

Um aspecto importante, situado na interface entre economia e meio ambiente, é a instituição do mecanismo denominado ICMS Ecológico. Trata-se de transferência de recursos oriundos do imposto ICMS (Impostos sobre Circulação de Mercadorias e Serviços) para municípios que apresentem em seu território áreas de conservação que impedem ou limitam a utilização nos moldes convencionais de uso e ocupação de suas terras. A lógica econômica é a de que estes municípios precisam ser compensados com recursos por terem áreas protegidas. O precursor neste tipo de transferência de recursos foi o Estado do Paraná. Nesse Estado, “os municípios sentiam suas economias combalidas pela restrição de uso do solo, originada por serem mananciais de abastecimento para municípios vizinhos e por integrarem unidades de conservação” (LOUREIRO, 2002, p. 52). Minas Gerais foi o terceiro estado a implementar tal mecanismo, ainda na década de 1990, por meio da Lei 12.040/95 conhecida como “Lei Robin Hood” (COMINI, 2017).

A Lei nº 18.030, de 12 de janeiro de 2009, que substituiu a lei de 1995, dispõe sobre a distribuição da parcela da receita do produto da arrecadação do ICMS pertencente aos municípios e estabelece em seu artigo 4º que o critério de repasse “meio ambiente” é composto por três subcritérios: i) sistemas de tratamento ou disposição final de lixo ou de esgoto sanitário atendam, no mínimo, a, respectivamente, 70% (setenta por cento) e 50% (cinquenta por cento) da população urbana; ii) unidades de conservação estaduais, federais, municipais e particulares e área de reserva indígena, com cadastramento, renovação de autorização e demais procedimentos; iii) área de ocorrência de Mata Seca (Floresta Estacional Decidual) no município (MINAS GERAIS, 2009).

Comini (2017), em estudo sobre o repasse do ICMS Ecológico em 2015 a todos os municípios aptos do estado de Minas Gerais, pelo subcritério Unidades de Conservação, constatou que:

- 71, 51% dos municípios do estado foram contemplados pelo ICMS Ecológico;
- Destes, 61,47% foram beneficiados pelo subcritério Unidade de Conservação;
- RPPN, APA e Parque, nessa ordem, foram as categorias com maior número de inscrições no Cadastro Estadual de UC;
- Parque, APA e RPPN, nessa ordem, foram as que mais contribuíram para o repasse do recurso ao município;
- UCs estaduais sob administração estadual se destacaram quanto ao número e quanto à contribuição no repasse.

Ainda segundo a autora, tem-se que as áreas de proteção especial de mananciais ou de patrimônio espeleológico e paisagístico são entendidas como categorias de manejo pela Resolução SEMAD nº 2362, 30 de março de 2016 em seu artigo 1º, parágrafo único, o que as torna aptas a contribuir para o repasse do recurso ao município, desde que cumpridos os demais procedimentos (COMINI, 2017).

Pesquisa na plataforma digital da Fundação João Pinheiro<sup>11</sup> mostrou que em novembro de 2015 apenas a APE Pico do Ibituruna constava na relação para o cálculo do valor a ser repassado ao município de Governador Valadares, com valor total de R\$ 661,86, no mês. Em janeiro de 2016, consta também o Monumento Natural, este com valor total de R\$ 115,40 no mês e a APE com valor total de R\$ 527,45.

---

<sup>11</sup> [http://fjp.mg.gov.br/robin-hood/index.php/dadosbasicos/index.php?option=com\\_jumi&fileid=12](http://fjp.mg.gov.br/robin-hood/index.php/dadosbasicos/index.php?option=com_jumi&fileid=12). Não se encontra disponível o acesso ao cálculo total do subcritério Unidade de Conservação.



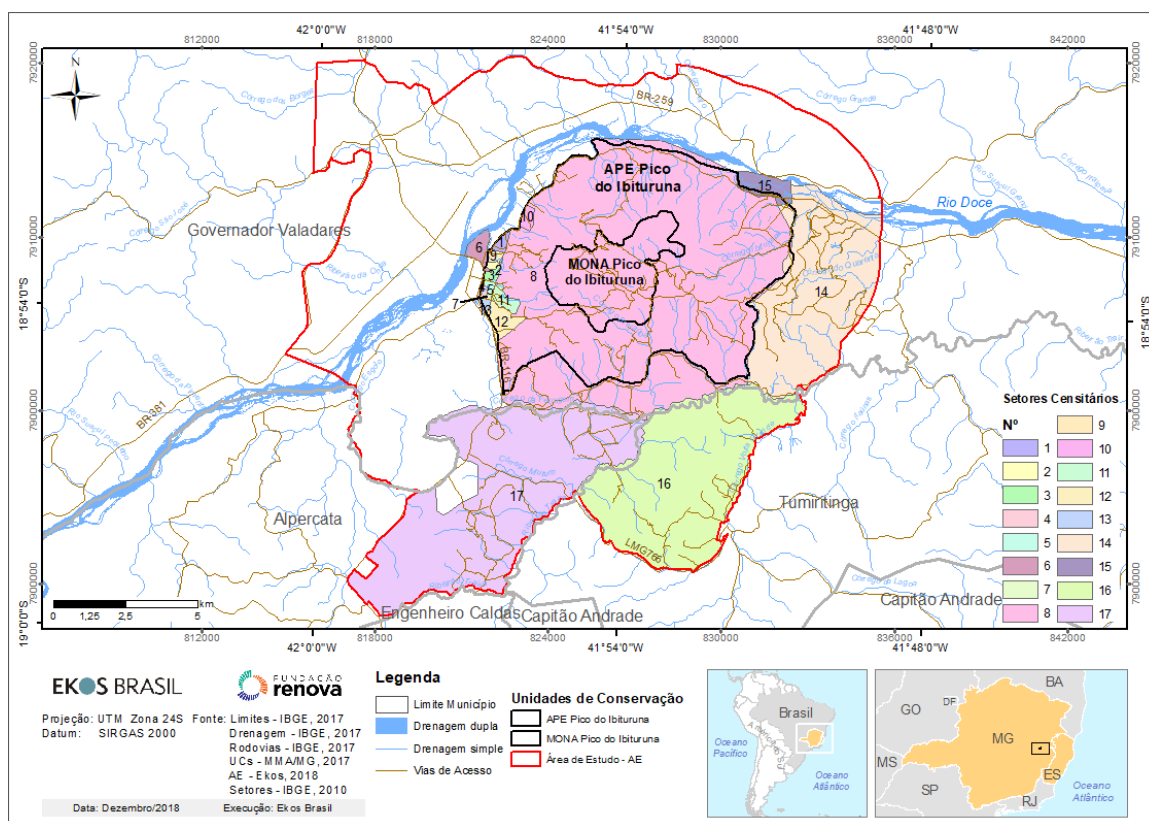
Governador Valadares recebeu de repasse em razão do ICMS Ecológico o valor de R\$ 124.501,75, no ano de 2015. O valor refere-se ao montante total de repasse, considerando todos os critérios previstos na Lei anteriormente citada.

## **Os Setores Censitários**

Governador Valadares tem marcante característica urbana e esse é um importante aspecto a ser considerado na relação da sociedade local com o MONA e a APE Pico do Ibituruna, o tema será também abordado no item voltado às atividades de lazer e turismo. Conforme apresentado na metodologia de trabalho, os setores censitários foram observados para a definição da área de estudo e o levantamento e análise de algumas de suas características podem contribuir para a compreensão da relação com a UC. Em Governador Valadares foi observada a existência de alguns agrupamentos a oeste da APE Pico do Ibituruna, área protegida no entorno do MONA de mesmo nome, conforme pode ser observado no Mapa 18. Seguindo da área urbanizada do município em direção à área natural, a ocupação aponta uma tendência que deve ser observada tanto na gestão do MONA, quanto nas ações de proteção dos mananciais que abastecem o município, presentes na APE.

Dois aspectos são sugestivos para considerar com maior detalhe esses agrupamentos: o primeiro é sua localização em relação à UC e o segundo é a proximidade com a calha do Rio Doce. Foram selecionados dezessete setores censitários, doze deles localizam-se no interior da APE Pico do Ibituruna, sendo que um deles, o de número 8, comporta integralmente o MONA e abrange a maior parte da APE; e os setores 11 e 12 são os que mais avançam em direção às UCs. Os cinco setores que se localizam fora das UCs fazem limite com a APE. O de número 6, entre a APE e o leito do Rio Doce faz a ligação entre a cidade e a UC (ponte sobre o rio); o de número 15 é o setor vizinho à APE mais próximo da calha do rio; os setores 14, 16 e 17, são limites à APE e, ainda que mais distantes da calha do rio, foram incluídos em razão da nodalidade, pois a presença de rodovias pode indicar um vetor de pressão sobre as UCs. Dois desses setores, os de número 16 e 17, localizam-se em municípios vizinhos a Governador Valadares (Tumiritinga e Alpercata, respectivamente). Os setores de Governador Valadares fazem parte das localidades denominadas: Jardim Primavera, Village da Serra, Chácara Recanto Cachoeira, Vila Parque Ibituruna, Vila Isa, Derribadinha e Parque das Aroeiras.

Mapa 18 – Setores Censitários do MONA Pico do Ibituruna e entorno



A caracterização dos aspectos socioeconômicos desses núcleos, por meio de dados dos setores censitários levantados no Censo de 2010 busca contribuir para a elaboração da linha de base e avaliar, posteriormente, com a realização de observação em campo e análise de informações complementares, se a situação gerada pelo rompimento da Barragem de Fundão e a consequente passagem da lama pela região provocou impactos à UC que afetaram a relação entre esta e os núcleos.

São apresentados dados estatísticos por setor censitário (IBGE 2010) para os dezessete setores selecionados, identificados no Mapa 18. São dados sobre demografia, escolaridade, renda e condições de saneamento que fornecem características sobre cada um dos setores de modo a fornecer indicadores quanto à vulnerabilidade dos moradores locais. Ressalta-se que a proposta não é produzir o índice de vulnerabilidade social do setor (conforme o existente para o município), mas obter elementos que, associados a outras informações sobre a área, permitam uma análise integrada do meio para a definição da linha de base e identificação dos potenciais impactos decorrentes do rompimento da barragem do Fundão.

Os dezessete setores censitários contam com população residente de 7.964 pessoas em 2.483 domicílios permanentes. Em termos percentuais, os setores censitários representam cerca de 3% da população residente em Governador Valadares. Entretanto, o critério preponderante para a escolha desses setores é sua localização e relação com a UC, e não a representatividade numérica. Na Tabela 29 pode-se observar o número de moradores e de domicílios, bem como a média de moradores por domicílio e por setor, que no total perfaz 3,21 moradores por domicílio, pouco abaixo da média brasileira, que é de 3,3 moradores por domicílio. Observa-se que apenas um dos setores é classificado como rural em Governador Valadares. Os dois setores que tangenciam a APE e fazem parte dos municípios de Alpercata e Tumiritinga são rurais. O Gráfico 20 e o Gráfico 21 ilustram os dados. Dentre os setores localizados no interior da APE, o de número

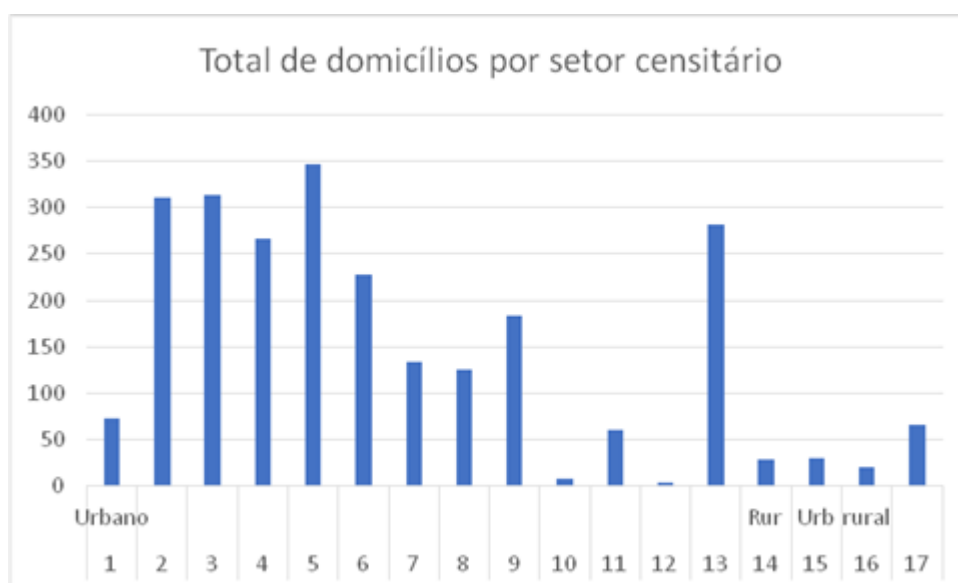
10 (ID 14079) é o que se encontra mais próximo da margem do Rio Doce, na localidade denominada Village da Serra.

Tabela 29 - Domicílios Particulares Permanentes e População, por setor, 2010

Nº	Município	ID	Tipo de setor	Total de Domicílios	Moradores	Média de moradores por domicílio
1	Governador Valadares	11765	Urbano	73	235	3,22
2		11766		311	1013	3,26
3		11768		314	968	3,08
4		11769		267	837	3,13
5		11770		347	1050	3,03
6		11763		228	711	3,12
7		13975		134	435	3,25
8		14004		126	432	3,43
9		14069		184	595	3,23
10		14079		8	28	3,50
11		14080		61	229	3,75
12		14081		4	19	4,75
13		14087		281	968	3,44
14		14112	Rural	29	97	3,34
15		14111	Urbano	30	76	2,53
16	Tumiritinga	30443	Rural	20	60	3,00
17	Alpercata	568		66	211	3,20
	Total			2.483	7.964	3,21

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2010

Gráfico 20 - Total de Domicílios Particulares Permanentes por setor censitário



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2010

Gráfico 21 - Média de moradores por Domicílio Particular Permanente por setor censitário



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2010

Quanto à questão de sexo, pode-se observar na Tabela 30 e no Gráfico 22 pequena superioridade no número de mulheres em relação ao número de homens, característica comum à demografia nacional. É importante o aprofundamento da análise dessa variável quando há grande discrepância entre os sexos, sobretudo quando o número de mulheres suplanta o número de homens em proporção elevada, o que, associado a outras variáveis, é um possível indicador de maior vulnerabilidade. Observa-se na Tabela 30 o número de crianças e idosos, outra variável que oferece pistas sobre a vulnerabilidade do grupo. Com relação ao número de crianças, tem-se que os setores 13, 14, 1, 7 e 10 apresentam a maior proporção em relação ao número

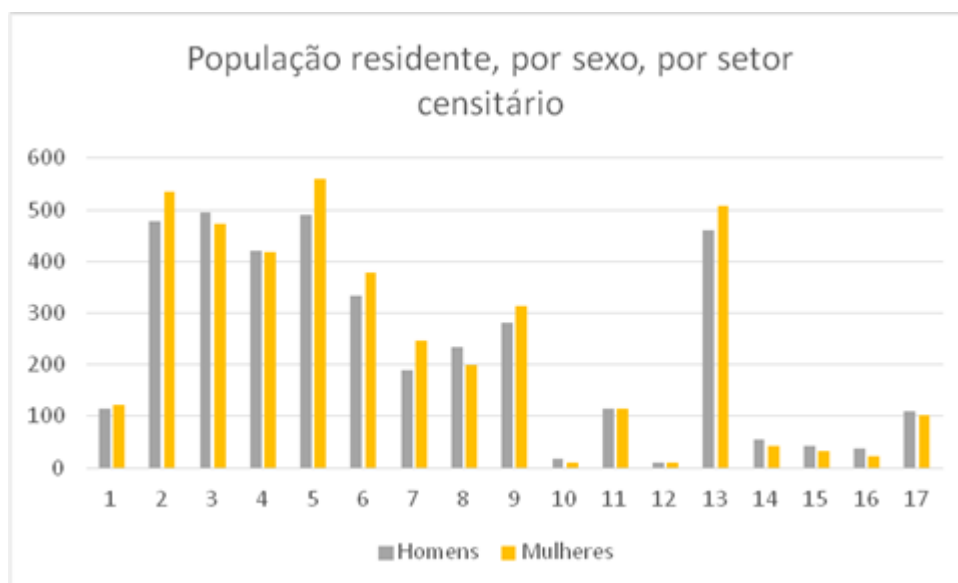
total de moradores do setor, respectivamente: 30%; 28,9%; 26,8%; 26% e 25%. As menores proporções estão nos setores 12 (nenhuma criança); 15 (15,8%) e 2 (19,1%). Com relação à população com mais de 70 anos, os setores 6, 17, 15, 5 e 9 apresentam proporcionalmente 9,6%; 9%; 7,9%; 7,5% e 6,9%. O setor 12 não apresenta nenhum e o setor 14 tem 1%.

Tabela 30 - População residente, sexo e idade por setor censitário, 2010

Nº	Tipo do Setor	População Residente	Homens Residentes	Mulheres Residentes	Residentes até 14 anos	Residentes com mais de 70 anos
1	Urbano	235	114	121	63	9
2		1013	479	534	193	62
3		968	496	472	211	52
4		837	420	417	181	45
5		1050	491	559	230	79
6		711	334	377	146	68
7		435	188	247	113	22
8		432	234	198	102	17
9		595	282	313	140	41
10		28	17	11	7	1
11		229	115	114	51	12
12		19	9	10	0	0
13		968	461	507	292	33
14	Rural	97	54	43	28	1
15	Urbano	76	43	33	12	6
16	Rural	60	37	23	13	2
17		211	110	101	47	19
Total		7964	3884	4080	1829	469

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2010

Gráfico 22 - População residente, por gênero, por setor censitário, 2010



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2010

A Tabela 31 apresenta o percentual de pessoas alfabetizadas por faixa de idade em cada um dos setores censitários, indicando crescente tendência à universalização da alfabetização ao se verificar que as faixas etárias mais baixas detêm os maiores percentuais de alfabetização. Individualmente, os setores censitários apresentaram percentual acima de 80%, com exceção dos setores 7 e 8 que apresentaram respectivamente 76% e 77% de pessoas alfabetizadas. Os dois setores apresentaram os percentuais mais baixos nas faixas etárias de pessoas com idade mais elevada, 21% e 25% respectivamente.

Tabela 31 - Percentual de pessoas alfabetizadas por faixa de idade, por setor, 2010

Nº	Tipo de setor	Total de residentes	Pessoas com 11 a 14 anos	Pessoas com 15 a 19 anos	Pessoas com 20 a 29 anos	Pessoas com 30 a 49 anos	Pessoas com 50 a 69 anos	Pessoas com mais de 70
Setor censitário								
1	Urbano	235	95%	100%	100%	100%	98%	58%
2		1013	100%	100%	99%	98%	92%	59%
3		968	100%	100%	100%	95%	78%	59%
4		837	100%	100%	99%	98%	80%	60%
5		1050	100%	100%	100%	97%	87%	47%
6		711	100%	100%	98%	98%	85%	63%
7		435	100%	96%	98%	92%	50%	21%
8		432	100%	96%	95%	81%	62%	25%
9		595	100%	100%	100%	95%	84%	57%



10		28	100%	100%	100%	69%	0%	0%
11		229	100%	100%	100%	100%	77%	54%
12		19	*	*	*	*	*	*
13		968	*	*	*	*	*	*
14	Rural	97	100%	100%	100%	70%	19%	100%
15	Urbano	76	100%	100%	90%	94%	79,7%	17%
16	Rural	60	100%	100%	75%	100%	91,5%	67%
17		211	100%	100%	96%	82%	78,5%	41%

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2010

\*Sem informação disponível.

Os dados relacionados ao rendimento mensal (per capita) de cada domicílio estão apresentados na Tabela 32 e no Gráfico 23. Observa-se a predominância dos domicílios que têm rendimentos *per capita* inferiores a um salário mínimo ao mês, forte indicador de vulnerabilidade social.

Tabela 32 - Rendimento nominal mensal per capita dos Domicílios Permanentes (não inclui improvisados), em salários mínimos, por setor censitário, 2010

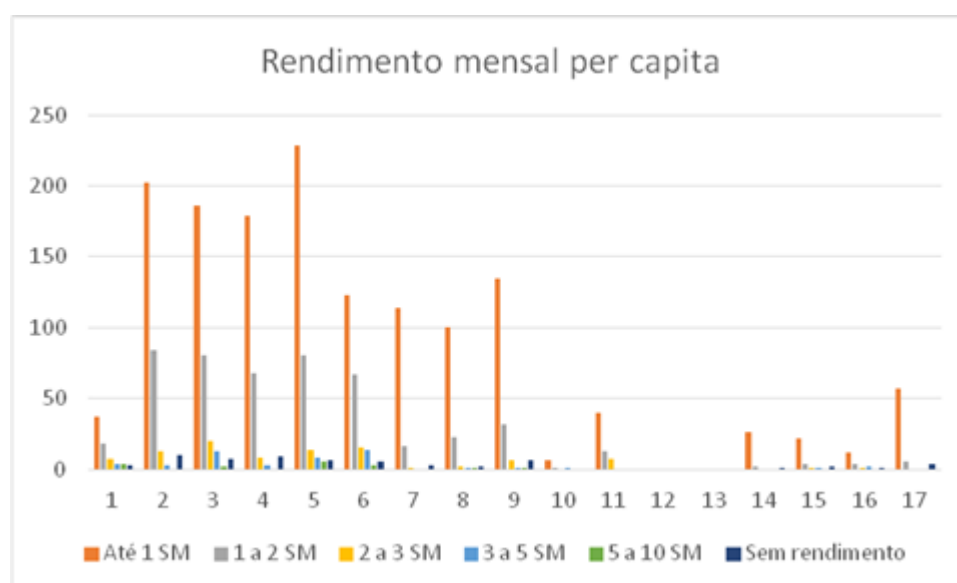
Nº Setor censitário	Tipo de setor	Número de domicílios	Até 1 SM	1 a 2 SM	2 a 3 SM	3 a 5 SM	5 a 10 SM	Sem rendimento	Total rendimento nominal mensal dos DPP <i>per capita</i> (R\$)
1	Urbano	73	37	18	7	4	4	3	637
2		311	202	84	13	3	0	10	431
3		314	186	80	20	13	2	7	525
4		267	179	68	8	3	0	9	390
5		347	229	80	14	8	5	6	451
6		228	123	67	15	14	3	5	570
7		134	114	16	1	0	0	3	297
8		126	100	23	2	1	1	2	344
9		184	135	32	6	1	1	6	631

10		8	6	1	0	1	0	0	581
11		61	40	13	7	0	0	0	438
12		4	*	*	*	*	*	*	*
13		281	*	*	*	*	*	*	*
14	Rural	29	26	2	0	0	0	1	235
15	Urbano	30	22	4	1	1	0	2	367
16	Rural	20	12	4	1	2	0	1	353
17		66	57	5	0	0	0	4	283

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2010

\*Não há informação disponível para os setores 12 e 13.

Gráfico 23 - Rendimento nominal mensal per capita dos Domicílios Permanentes, em salários mínimos, por setor, 2010



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2010

\*Não há informação disponível para os setores 12 e 13.

Com relação à renda domiciliar per capita, o setor 14 apresenta situação mais desfavorável, com percentual de 89,7% de seus domicílios com renda per capita abaixo de um salário mínimo/mês. Em seguida o setor 17, com 86,4% e o setor 7 com 85,1%. Os setores 15 e 17 apresentam o maior número de domicílios sem rendimento, respectivamente 6,7% e 6,1%.

## Infraestrutura e Serviços de Saneamento Básico

Com relação à infra-estrutura e serviços de saneamento básico foram recolhidos dados referentes ao abastecimento de água, ao esgotamento sanitário, aos resíduos sólidos e energia elétrica em cada um dos setores censitários.

Quanto ao abastecimento de água, alguns setores apresentam grande proporção de domicílios que captam águas de poços ou nascentes: 08 (68,3%), 14 (72,4%), 16 (95%) e 17(95,5%). Os setores 8 e 14 apresentam, ainda, domicílios com outras fontes de captação, respectivamente 23,8% e 27,6%. Os demais são servidos por abastecimento ligado à rede geral.

Quanto ao esgotamento sanitário, os setores 08, 11, 14, 15, 16 e 17 apresentam números elevados, proporcionalmente, de fossas sépticas e rudimentares. No setor 8, são 46% dos domicílios com fossas sépticas e 31,7% com fossas rudimentares; no setor 11, 36,1% dos domicílios têm fossas rudimentares; no setor 14, são 27,6% e 58,% os domicílios com fossas sépticas e rudimentares, respectivamente; nos setores 15, 16 e 17 os domicílios utilizam fossas rudimentares na proporção de 60%, 40% e 56,1%, respectivamente. Os setores 06, 08, 14, 15, 16 e 17 apresentam domicílios que realizam o esgotamento em direção a rios ou lagos. Há, ainda, o esgotamento em valas (setores 06, 08, 11, 14 e 17).

Consideradas como importante variável no estabelecimento do índice de vulnerabilidade social (vide Tabela 14) as condições de saneamento podem ser consideradas como fator de grande preocupação ao se considerar que esses setores estão inseridos próximos ou muito próximos à área de manancial de abastecimento da cidade. Vide Tabela 33.

Tabela 33 - Esgotamento sanitário e abastecimento d'água por domicílio por setor censitário, 2010

Nº	Tipo de setor	Esgotamento Sanitário					Abastecimento d'água		
		Rede/ pluvial	Fossa séptica	Fossa rudimentar	Vala	Rio/lago/ mar	Rede geral	Poço/ nascente	Outros
1	Urbano	73	0	0	0	0	73	0	0
2		307	3	0	0	0	311	0	0
3		313	1	0	0	0	314	0	0
4		263	2	2	0	0	267	0	0
5		346	1	0	0	0	347	0	0
6		214	0	1	7	5	224	1	3
7		133	0	0	1	0	134	0	0
8		10	58	40	6	8	10	86	30

9		184	0	0	0	0	184	0	0
10		7	0	1	0	0	8	0	0
11		37	0	22	2	0	50	7	4
12		X	X	X	X	X	X	X	X
13		X	X	X	X	X	X	X	X
14	Rural	0	8	17	2	2	0	21	8
15	Urbano	4	0	18	0	4	21	9	0
16	Rural	0	0	8	0	2	0	19	1
17		0	0	37	14	15	2	63	1

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2010

Não há dados disponíveis para os setores 12 e 13. No Setor 8, dois domicílios apresentam outra destinação do esgotamento sanitário, não especificada.

Com relação à coleta de lixo (Tabela 34) nove setores apresentam deficiência na coleta, sendo os resíduos sólidos destinados à queima. Destaque para os setores 08,14, 15, 16 e 17 que apresentam mais domicílios, proporcionalmente, nessa situação, respectivamente: 58,7%; 100%; 33,3%; 100% e 86,4%.

Tabela 34 - Destinação de lixo por Domicílios Particulares Permanente por setor censitário, 2010

Nº Setor censitário	Total de Domicílios	Coletado			Não coletado
		Total coletado	Diretamente por serviço de limpeza	Em caçamba de Serviço de limpeza	Queima
1	73	73	73	0	0
2	311	311	311	0	0
3	314	307	307	0	7
4	267	267	267	0	0
5	347	347	347	0	0
6	228	225	225	0	3
7	134	134	134	0	0
8	126	52	44	8	74

9	184	184	184	0	0
10	8	4	2	2	4
11	61	58	56	2	3
12	4	X	X	X	X
13	281	X	X	X	X
14	29	0	0	0	29
15	30	2	2	0	10
16	20	0	0	0	20
17	66	8	8	0	57

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2010

Não há dados disponíveis para os setores 12 e 13.

O abastecimento de energia elétrica é universalizado nos setores censitários em destaque, havendo quatro domicílios sem energia, um em setor urbano e três em rural (Tabela 35).

Tabela 35 - Energia elétrica por domicílio por setor censitário, 2010

Nº Setor censitário	Tipo de setor	Total de domicílios	Companhia distribuidora	Sem energia
1	Urbano	73	73	-
2		311	311	-
3		314	313	-
4		267	265	-
5		347	347	-
6		228	228	-
7		134	134	-
8		126	125	1
9		184	184	-
10		8	8	-

11		61	61	-
12		4	X	
13		281	X	-
14	Rural	29	28	1
15	Urbano	30	30	0
16	Rural	20	18	2
17		66	66	0

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2010

O Setor 4 apresenta dois domicílios com outra fonte, não especificada. Não há informação disponível para os setores 12 e 13.

A Tabela 36 apresenta uma síntese dos dados levantados em relação a cada setor selecionado na área de estudo. Acrescentou-se aos dados estatísticos as informações decorrentes do Mapa de Nodalidade (Mapa 17) e Mapa de Uso e Ocupação da Terra (Mapa 15). A coloração indica a vulnerabilidade de cada setor, na comparação entre eles, de acordo com as informações levantadas até o momento. Quanto mais vermelha, mais crítica a situação do setor em relação às variáveis levantadas.

Optou-se pela escolha de quatro dimensões, reconhecidas por estudiosos como importantes para a identificação de vulnerabilidades e de capacidade de respostas em situação de perigo e emergências (HOGAN; MARANDOLA, 2007) para as quais identificou-se as variáveis trabalhadas no âmbito deste diagnóstico.

- Espacial: localização, nodalidade, uso e ocupação;
- Demográfica: população e estrutura familiar;
- Condições de vida familiar: renda e alfabetização;
- Condições de habitação: água, esgotamento sanitário, lixo e eletricidade.

Fez-se, então, um exercício de valorar a importância daquela variável em cada setor na sua relação com a Unidade de Conservação. Quanto à dimensão espacial, observou-se: i) se o setor se localiza no interior da UC; ii) se existem vias de acesso com potencial de pressão sobre a UC; iii) a característica de uso e ocupação, se área degradada ou vegetação protegida. Para a dimensão demográfica, observou-se: i) população total (considerando que quanto maior a população, maior tendência de pressão sobre a UC); ii) número de moradores por domicílio (quanto maior, maior tendência a vulnerabilidade); iii) estrutura familiar (quanto maior o número de crianças e idosos, maior a dependência destes em relação aos adultos, fator de vulnerabilidade). Quanto às condições de vida: i) renda e alfabetização são variáveis clássicas na definição da vulnerabilidade, pois influenciam os acessos a bens e serviços e as respostas a situações de emergência. As condições de habitação são indicativas de vulnerabilidade social e ambiental, sobretudo o abastecimento de água, o esgotamento sanitário e a disposição de resíduos sólidos.

O resultado é apresentado na Tabela 36. Ressalta-se tratar-se de uma comparação entre os setores censitários da área de estudo, não guardando relação com parâmetros externos.



Tabela 36 - Vulnerabilidade de cada um dos setores selecionados na área de estudo

Setor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Variável																	
Localização em relação à UC																	
Mais populoso																	
Morador/domicílio																	
Mais crianças																	
Mais idosos																	
Alfabetização																	
Renda																	
Água																	
Esgot. sanitário																	
Lixo																	
Eleticidade																	
Nodalidade																	
Uso e ocupação																	

### 4.3.2.3 Patrimônio Cultural e Arqueológico

A Lei Estadual 12.040 de 28 de dezembro de 1995, conhecida como *Lei Robin Hood*, estabelece os critérios de cálculo do repasse da parcela do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) devida aos municípios, no estado de Minas Gerais. Dentre as ações passíveis de consideração para o cálculo do repasse, estão aquelas referentes à educação, saúde, agricultura, preservação do meio ambiente e do patrimônio cultural, que são avaliadas a partir de critérios previamente estabelecidos e fiscalizados pelos órgãos competentes. Para a definição dos critérios e avaliação das ações relativas ao patrimônio cultural, o órgão responsável é o Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais (IEPHA/MG). A existência de política municipal de preservação do patrimônio cultural e a criação e atuação de um conselho municipal de patrimônio cultural são condições estabelecidas pelo IEPHA (GUIMARÃES, 2008). Em decorrência desse estímulo, o município assume um protagonismo e se torna responsável pela política de patrimônio. Governador Valadares instituiu, em 2001, o Conselho Deliberativo do Patrimônio Cultural (CDPC).

Guimarães (2008) aponta, contudo, que a despeito das condições para a proteção do patrimônio cultural, a política colocada em prática em Governador Valadares está desvinculada de outras questões urbanas, prejudicando a perspectiva de melhoria da qualidade de vida e de exercício do direito à cidade.

Dois exemplos são apontados sobre essa dissociação, o primeiro deles ligado à presença do Rio Doce:

A cidade é margeada pelo Rio Doce, sendo a sua ocupação e desenvolvimento devedores dessa condição. A preocupação com a paisagem urbana, resultante dessa característica, não é evidenciada na política de proteção do patrimônio (GUIMARÃES, 2008, p. 46).

O segundo exemplo é o principal marco do município, o Pico do Ibituruna:

Em relação à Ibituruna, a política de patrimônio tem atuações diversas. O CDPC reafirma o tombamento estadual, realizado pela Constituição Estadual de 1989, como conjunto paisagístico. Porém, não são perceptíveis medidas para preservação das condições da paisagem em relação ao conjunto cidade/rio/Ibituruna. A permissão da construção de edificações com gabaritos altos, em locais que impossibilitam a visibilidade do rio, favorece a futura conformação de uma barreira, à semelhança das orlas marítimas brasileiras. Impedem, ainda, a vista da Ibituruna, ou a diminuição do impacto da sua altitude em relação ao terraço fluvial, sobre o qual se consolidou a cidade. Há uma perda significativa causada pela não articulação do ambiente construído com as especificidades da paisagem natural. Isso seria, do nosso ponto de vista, um dos principais traços a serem preservados como identidade e patrimônio cultural (GUIMARÃES, 2008, p. 47).

A Tabela 37 e a Tabela 38 apresentam, respectivamente, os bens tombados nos vários níveis e os sítios arqueológicos cadastrados junto ao IPHAN, presentes no município de Governador Valadares. O Pico do Ibituruna está representado, no nível de proteção municipal em duas categorias – bens imóveis e conjunto arquitetônico e paisagístico – desde 2003. A primeira tabela inclui a imagem de Nossa Senhora das Graças, que mede 24 metros e pesa 42 toneladas, erguida num pedestal de dez metros de altura e uma capela com 40 m<sup>2</sup>.

Tabela 37 - Bens tombados e registrados em Governador Valadares

<b>Categoria</b>	<b>Denominação do Bem</b>	<b>Localização</b>	<b>Nível de Proteção</b>	<b>Ano/Órgão do Inventário</b>	<b>Data do Tombamento</b>
Bens Imóveis	Complexo Monumento do Ibituruna – Santa do Ibituruna/Capela-Pedestal	Alto do Pico do Ibituruna	Municipal	2003/PMGV	15/04/2003
Conjunto Arquitetônico e Paisagístico	Conjunto Paisagístico Pico do Ibituruna	Estrada Pico do Ibituruna	Municipal	2003/PMGV	15/04/2003
Bens Imóveis	Companhia Açucareira Rio Doce (CARDO)	Rua Israel Pinheiro – Universitário	Municipal	2001/PMGV	02/04/2001
Bens Móveis	Maria-Fumaça da Praça da Estação	Praça João Paulo Pinheiro – Centro	Municipal	2003/PMGV	15/04/2003

Bens Móveis	Painel Cubista	Rua Israel Pinheiro – Ed. Helena Soares – Centro	Municipal	2003/PMGV	15/04/2003
Bens Móveis	Argola de Amarrar Solípedes	Rua Prudente de Moraes – Museu da Cidade	Municipal	2003/PMGV	15/04/2003
Bens Imóveis	Fachada da Antiga Cadeia Pública	Rua Afonso Pena – Centro	Municipal e Estadual	2003/PMGV e 2004/IEPHA	15/04/2003
Bens Imóveis	Antigo Templo Presbiteriano	Rua Prudente de Moraes – Centro	Municipal	2004/PMGV	02/04/2004
Bens Móveis	Antigo Mobiliário da Sala do Tribunal do Júri	Praça do Vigésimo – Fórum – Centro	Municipal	2003/PMGV	15/04/2003
Bens Imóveis	Fachada da Sede dos Correios	Avenida Minas Gerais – Centro	Municipal e Estadual	2003/PMGV e 2004/IEPHA	15/04/2003
Bens Móveis	Bioquê do Prefeito	Beco Cruzeiro – Carapina	Municipal	2014/PMGV	07/04/2014
Registro Imaterial	Roda de Capoeira		Federal	2008/IPHAN	21/10/2008

Fonte: Prefeitura Municipal de Governador Valadares, 2017

Tabela 38 - Sítios Arqueológicos em Governador Valadares

Nome do Sítio Arqueológico	Tipo	Cerâmico	Lito-cerâmico	Lítico	Rupestre
Fazenda Corrente	Pré-histórico	1	1	1	0
Fazenda São Manoel	Pré-histórico	1	0	0	0

Fonte: IPHAN, 2018

O Relatório de Linha Base, Volume II (INSTITUTOS LATEC, 2017) aponta que houve reconhecidos esforços de mapeamento de imóveis de interesse histórico na malha urbana de Governador Valadares, o que resultou em 410 bens culturais no município.

#### 4.3.2.4 Comunidades Tradicionais, Quilombolas e Indígenas

O conceito de comunidades tradicionais, povos tradicionais ou populações tradicionais refere-se a grupos sociais que carregam características singulares de relações com a natureza. Via de regra, essas relações são pautadas e/ou definem modos de vida, identidades, conhecimentos e territorialidades; são carregadas

de símbolos, mitos, rituais; têm forte influência da ancestralidade. As comunidades possuem organização familiar, econômica e da produção próprias, com amplo domínio de seus processos, ainda que com relações diversas com o mercado (DIEGUES, 2004). Um importante aspecto é que as comunidades tradicionais se auto identificam ou são identificadas pelos outros como pertencentes a uma cultura distinta das demais.

Além de uma categoria antropológica, pode ser considerada uma categoria política: o auto reconhecimento e o reconhecimento pelo outro como *tradicional* pode conferir direitos. Honora (2018) analisou a conceituação de “comunidades tradicionais” em quatro atos normativos da legislação brasileira, três deles de âmbito nacional, a saber:

- Lei da Mata Atlântica (Lei nº 11.428/2006) que, em seu artigo 3º, define que população tradicional é aquela que vive em estreita relação com o ambiente natural, dependendo de seus recursos naturais para a sua reprodução sociocultural, por meio de atividades de baixo impacto ambiental (BRASIL, 2006).
- Política Nacional de Povos e Comunidades Tradicionais - PNPCT (Decreto nº 6.040/2006) que diz, em seu artigo 3º, que povos e comunidades tradicionais são os grupos culturalmente diferenciados que se reconhecem como tais, que possuem formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição (BRASIL, 2007).
- Lei da Biodiversidade, acesso ao patrimônio genético e repartição de benefícios (Lei nº 13.123/2015) que, em seu artigo 2º, define comunidade tradicional como sendo o grupo culturalmente diferenciado que se reconhece como tal, possui forma própria de organização social e ocupa e usa territórios e recursos naturais como condição para a sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas geradas e transmitidas pela tradição (BRASIL, 2015).

Ainda que a diversidade cultural presente em território nacional encontre algum respaldo na legislação apresentada, é importante salientar que a Constituição Federal confere direitos distintos aos grupos indígenas e remanescentes de quilombos, como o direito ao território, expressamente resguardado pelos artigos 231 e 232, e artigo 68 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias (HONORA, op. cit.).

Com relação às unidades de conservação, a Lei que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Lei nº 9855, de 2000) apresenta tratamento diferenciado para as chamadas populações tradicionais, seja estabelecendo categorias de manejo específicas para a proteção das características culturais de grupos específicos, como a Reserva Extrativista (RESEX) e a Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS), ambas do grupo de uso sustentável, seja reconhecendo a existência das comunidades tradicionais no interior de unidades de conservação de proteção integral e estabelecendo condições para sua permanência temporária (BRASIL, 2000). São inúmeros os conflitos decorrentes das situações de sobreposição de interesses sobre o mesmo território, e a resistência de grupos culturalmente distintos tem gerado movimentos organizados para manutenção ou recuperação desses territórios. Observa-se, em inúmeras situações, processos de autoafirmação de identidades ou criação e apropriação de categorias anteriormente alheias ao próprio grupo, como é o caso de comunidade tradicional.

A categoria de manejo Monumento Natural, prevista no artigo 12 do SNUC como UC do Grupo de Proteção Integral não impõe restrição à presença de propriedades particulares em seu interior, “desde que seja possível compatibilizar os objetivos da unidade com a utilização da terra e dos recursos naturais do local pelos proprietários” (BRASIL, 2000). O Artigo 31, parágrafo 2º ainda permite a criação de animais domésticos e o cultivo de plantas, desde que compatíveis com as finalidades da unidade e de acordo com o plano de

manejo. Assim, na eventualidade de existência de comunidades tradicionais no interior da UC, não haverá conflito, a priori.

O relatório da Linha-Base, Volume II (INSTITUTOS LACTEC, 2017) indicou a existência de duas comunidades ribeirinhas no município de Governador Valadares. Não há, porém, localização exata das comunidades que permita visualizá-las na área de estudo, aspecto que permanece como lacuna de conhecimento, mesmo após a expedição a campo.

Consultas aos sítios eletrônicos da Fundação Nacional do Índio (FUNAI) e da Fundação Cultural Palmares (FCP) indicaram a inexistência de terras indígenas ou quilombolas no município de Governador Valadares. Também esta informação deve ser checada em campo, posto que em outros municípios da região foram identificadas comunidades com características idênticas às de comunidades remanescentes de quilombos sem, no entanto, haver registro formal na FCP

Informação contida no sítio eletrônico do Ministério dos Direitos Humanos relata a adesão do município de Governador Valadares ao Sistema Nacional de Promoção da Igualdade Racial (Sinapir), o que beneficiará a população das comunidades tradicionais do município. Há, na cidade, uma Coordenadoria de Promoção de Igualdade Racial vinculada ao Departamento de Políticas Públicas para a Juventude da Secretaria de Cultura, Esporte e Lazer, que faz o diálogo com outros órgãos estaduais e com o Governo Federal.

#### 4.3.2.5 Atividades de Lazer e Turismo

De acordo com o Observatório de Turismo, no Estado de Minas Gerais, o turismo representa 12,6% no número de estabelecimentos formais registrados como entes econômicos e com uma representatividade de 5,5% da renda total dos trabalhadores alocados no setor turístico em relação às outras atividades econômicas de Minas Gerais.

Ainda segundo o Observatório, contudo, o setor turístico tem atravessado um período de instabilidade econômica, como os demais setores da economia desde a crise especulativa mundial de 2008, que se agravou no Brasil a partir de 2014. Na análise sobre todo o Estado de Minas Gerais, entre 2016 e 2017 houve uma queda de 0,5% no número de estabelecimentos formais do setor, com as maiores quedas (0,9%) nas agências e operadoras e comércio e serviços. Contraditoriamente, a renda média nominal mensal dos empregados do setor de turismo em Minas Gerais cresceu 5,9% em 2017, atingindo um valor de R\$ 1.607,56 – o seu máximo entre os anos estudados – com Minas Gerais atingindo sua maior marca em termos de crescimento no período de 2012 a 2017 se comparado aos outros estados da Região Sudeste, com o maior fluxo turístico desde o início da série histórica ao receber 26,5 milhões de turistas.

Apesar desses valores, a região de Governador Valadares, onde se insere a UC em estudo, apresenta baixíssima participação econômica do setor turístico no nível estadual, representando apenas 1,2% da riqueza gerada pelo turismo no Estado, no período entre 2010 e 2014, conforme indicado na Tabela 41.

Tabela 39 - Valor Adicionado em valores correntes do Turismo por Territórios de Desenvolvimento e municípios (Governador Valadares, Minas Gerais) - 2010-2014

Área (território)	Valor adicionado em valores correntes (R\$ mil)				
	2010	2011	2012	2013	2014
MINAS GERAIS	9.539.444	10.353.892	12.320.708	13.700.707	14.997.757

<b>Governador Valadares</b>	118.339	117.789	146.567	159.885	172.110
-----------------------------	---------	---------	---------	---------	---------

Fonte: Modificado de FJP, Fundação João Pinheiro, 2017

Como colocado anteriormente, a presença de Unidades de Conservação contribuiu para a receita do município por meio do pagamento do ICMS ecológico. Além disso, houve uma ampliação de critérios para reduzir o abismo de distribuição da arrecadação fiscal entre os municípios do Estado e o turismo acabou tendo um peso importante também na distribuição de recursos oriundos do ICMS. A partir de 2009 acontecem mudanças significativas na distribuição da cota-parte do ICMS pertencentes aos municípios do Estado de Minas Gerais, incluindo os critérios turismo, esportes, municípios sede de estabelecimentos penitenciários, recursos hídricos, ICMS solidário e mínimo per capita, e um subcritério do ICMS Ecológico (mata seca). Esta Lei entrou em vigor em janeiro de 2010 e a distribuição realizada com base nos novos critérios se inicia no ano seguinte.

A análise dos repasses permite vislumbrar o incremento de renda quando considerado os critérios da legais nos municípios da região.

Apesar do Pico do Ibituruna ser considerado um atrativo importante em Governador Valadares, ele acaba tendo apenas um apelo regional, não atraindo número significativo de turistas de polos emissores importantes do Brasil, como Belo Horizonte (MG), Rio de Janeiro (RJ) e São Paulo (SP). O fluxo turístico está embasado em visitantes dos eventos de esporte de aventura, pessoas do município de Governador Valadares e da comunidade local do entorno da UC (SISEMA-IEF, 2012). Não há um perfil específico de visitantes, sendo os residentes do município de Governador Valadares o principal público. Há um predomínio de jovens adultos pela utilização dos esportes de aventura, e com um pequeno predomínio do público masculino (58%) em relação ao feminino (42%) (FERREIRA, 2016).

Assim, excetuando-se os visitantes motivados pelos esportes de aventura, as demais categorias não podem ser consideradas como turistas. Mas tal perfil está em consonância com o encontrado para ambientes conservados em outras partes do mundo. Os interesses de religar-se à natureza fazem com que, em algum momento de suas vidas, as pessoas queiram conhecer a natureza. Trata-se de uma motivação influenciada pela mídia, pelo mercado, ou mesmo pelas conversas entre amigos que visitaram destinos ecoturísticos. Nesse sentido, o ecoturista se caracteriza mais pelas suas motivações de viagem e valores e crenças com relação à natureza, do que por um perfil específico relacionado à faixa etária, de gênero, ou classe econômica. Importante destacar que esta motivação de estar visitando a natureza se dá também por uma maior preocupação ambiental, elegendo destinos e empresas do ramo que possibilitem conhecer pessoas com os mesmos interesses e valores de conservação da natureza, onde se possam praticar atividades desafiantes, mas que não prejudiquem o meio ambiente (CARVAJAL, 2013).

De modo geral, os turistas que buscam as áreas protegidas fazem parte de um segmento específico do turismo, conhecido como ecoturismo, que é definido pela *The International Ecotourism Society* (TIES, 2013) como “uma viagem responsável a áreas naturais, visando preservar o meio ambiente e promover o bem-estar da população local” (CARVAJAL, 2013, p. 197).

Mas, novamente, a presença de moradores que elegem esses locais “naturais” para visitas, acaba dificultando uma possível caracterização do perfil não só por uma minoria ser ecoturistas que buscam uma re-ligação à natureza, mas também, e predominantemente, por pessoas oriundas do próprio município buscando nessas áreas “benefícios psicológicos”, de difícil ou impossível mensuração; à medida que o uso desses espaços ao ar livre aumenta a integração social e a interação entre vizinhos (CHIESURA, 2004), não necessariamente por motivações ambientais. Tal fato pode ser atribuído aos valores que a natureza adquiriu



para a sociedade contemporânea. Nessa linha, “[...] a experiência em um parque pode reduzir o estresse [...], melhorar a contemplação, rejuvenescer o morador da cidade e proporcionar uma sensação de paz e tranquilidade” (CHIESURA, 2004, p. 130).

No Pico do Ibituruna, essa motivação está voltada às práticas ligadas à aventura e outras associadas a ela, como: voo-livre; asa delta e *paraglider*, caminhadas, rapel, escalada, *motocross*, *bicicross*, e similares; contemplação da paisagem; contemplação da imagem; sendo o maior fluxo no período de eventos na cidade por motivos esportivo e cultural (SISEMA-IEF, 2012).

Como complementação a essa paisagem – o Pico – é importante destacar as atividades no outro extremo altimétrico, ou seja, o fundo do vale, onde corre o Rio Doce. Embora fora da área de uso público da UC como é o Pico, o Rio Doce complementa as funções de lazer e turismo, na abordagem simbólica de pertencimento e em suas materialidades. O Pico não foi atingido diretamente pelo material do rompimento da Barragem de Fundão, como o foi a calha do Rio Doce. Antes do rompimento, o rio e suas margens eram muito utilizados como espaço de esporte, lazer e recreação (DIAS, 2011). Contudo, antes da lama de detritos chegar a área com o rompimento da barragem, o leito do Rio Doce já apresentava problemas ambientais. Em 2011 já eram constatados problemas ligados aos baixos parâmetros de qualidade das águas do Rio Doce, sendo eles, riscos potenciais para a saúde (DIAS, 2011). Mesmo assim, o rio era marcante para atividades de canoagem e *Jet ski*. As práticas de lazer e recreação, sobretudo o nado, eram mais comumente realizadas às margens do rio (DIAS, 2011).

Figura 9 - Visão panorâmica do alto do Pico, Rio Doce a fundo



Associado aos esportes e atividades náuticas, as margens do Rio Doce em Governador Valadares constituíam-se em espaços de sociabilidade, com encontros para bate papo, socialização e manifestações culturais (DIAS, 2011). Apesar do excelente recurso para essas atividades, em 2011 já era notório o lançamento de esgotos e resíduos em seu curso, que vinha impactando significativamente a qualidade de suas águas, chegando a já apresentar qualidade inadequada em suas águas como sendo impróprias para banho (DIAS, 2011).

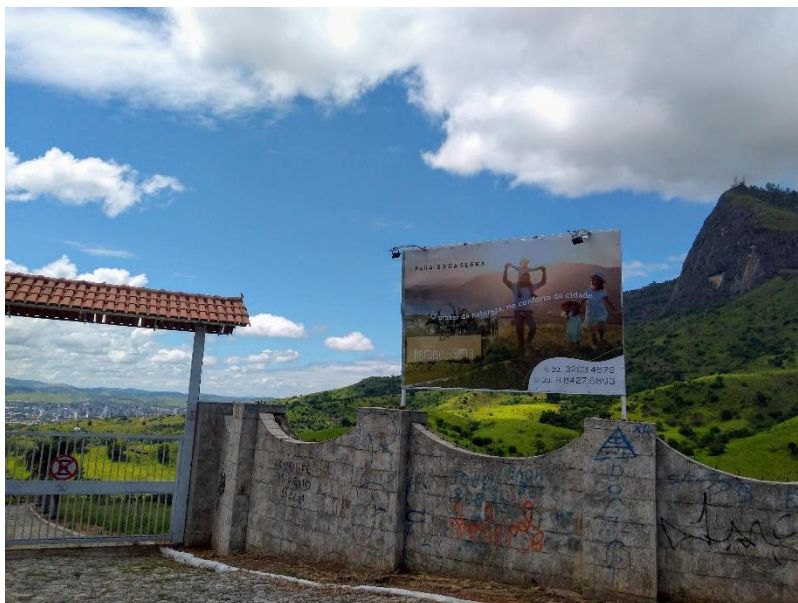
Embora a calha do Rio Doce esteja na zona de estudo, o principal elemento de atração e de vivências na natureza na região é o Pico do Ibituruna, o ponto turístico mais importante da cidade (HABITAR, 2017). E nas ligações entre a cidade e ele, um conjunto de equipamentos e atividades de lazer e turismo influenciaram a alteração da paisagem, com áreas de produção agropecuária se refuncionalizando para áreas de lazer, recreação, turismo e, por meio do capital imobiliário, a função residencial aparecendo como elemento central nessa nova configuração.

Como destacado anteriormente, Governador Valadares é o centro regional da área de estudo, tendo suas atividades socioeconômicas concentradas no setor de serviços e inseridas predominantemente no meio urbano do município, haja vista que 96% da população do município é urbana (vide Tabela 19). Do total de pessoas com mais de 18 anos, em 2010, apenas 4,69% trabalhavam no setor agropecuário naquele ano. Contraditoriamente, apesar da baixa participação do setor agropecuário na economia municipal, ele representa a maior extensão em área nos usos da área de estudo, representando 19.861,32 de ocupação classificada como “agropecuária com remanescentes florestais”, vide Mapa 15, de uso e ocupação das terras do município.

Essas características vão rebater diretamente nas práticas de lazer e turismo que são desenvolvidas no entorno da UC em apreço. Nesse sentido, é necessário destacar alguns elementos importantes que se relacionam e resultam nos usos atuais da área de estudo deste trabalho, e que apresentam potencialidades e fragilidades para o uso de lazer e turismo nos ambientes protegidos pela UC. Assim, a proximidade do Pico do Ibituruna do centro da cidade, associada a suas características paisagísticas que contrastam com o uso das terras predominante de seu entorno (e este uso estar passando por severas transformações) é motivador das práticas de lazer e turismo, atuais e outras potenciais, na UC.

Em realidade, o uso predominante indicado no Mapa 15 - Mapa da cobertura vegetal da área de estudo MONA Pico do Ibituruna e entorno., ou seja, “agropecuária com remanescentes florestais”, é um mascaramento da produção do espaço no entorno da UC, que tem se caracterizado pela função residencial (de uso ocasional – secundárias – ou permanente). O Pico do Ibituruna e o remanescente de vegetação nativa que recobrem suas encostas trazem esse apelo para o uso como de expansão urbana da sede do município. Para outros setores do município o uso “agropecuária com remanescentes florestais” pode ainda fazer sentido, mas não mais para o entorno da UC em análise em sua porção situada entre o Pico e a mancha urbana da cidade, cujos usos tem se modificado com a instalação de condomínios. Como abordado anteriormente, as propriedades têm sofrido, muito provavelmente, um uso especulativo, aguardando sua valorização futura para chácaras de final de semana, de lazer e outros usos recreativos, como novos valores e crenças sobre paisagens rurais incentivando o turismo residencial e chácaras de final de semana (ROCA, 2013). Tal situação motiva pessoas com maior poder aquisitivo a comprar uma propriedade fora dos centros das cidades (Figura 29).

Figura 10 - Na estrada de subida ao Pico, novo condomínio de chácaras sendo implementado



O veraneio ou turismo residencial também podem ser entendidos como uma fuga do cotidiano estressante e um retorno à natureza (WILLIAMS; KALTENBORN, 1999 e NEFEDONA; PALLOT, 2013), levando as pessoas a modificarem suas propriedades, incorporando características da natureza ou pelo menos a visão que elas têm da natureza. Outros procuram um estilo de vida idealizado ligado ao simples e rústico, em que a ideia de ruralidade se torna extremamente importante (HALL; PAGE, 2002). No entorno do MONA e da APE Pico do Ibituruna essas características merecem ser entendidas com maior profundidade, pois apesar da cidade de Governador Valadares estar distante das características de uma metrópole como Belo Horizonte, ou outras brasileiras, há no município um apelo pela aquisição de áreas em condomínios ou chácaras de lazer no entorno das UCs, como tendência mundial das classes mais abastadas.

Assim, comprar uma segunda residência ou chácara de lazer pode ser visto como um símbolo de status, no Canadá, por exemplo, residências secundárias transformam-se, cada vez mais, no *playground* das elites (HALSETH, 2004). Em alguns lugares, estas propriedades podem ser percebidas como conferindo status para o seu proprietário (MULLER, 2004). Há uma percepção crescente do turismo residencial como o domínio dos ricos, especialmente no Reino Unido, na Rússia, mas também em outros países, como Nova Zelândia (PARIS in NEFEDONA; PALLOT, 2013) ganhando uma expressividade mundial. Em alguns casos, a vida no campo não está associada com a silvicultura ou atividades agropecuárias, mas, ao invés disso, ao consumo de acomodações, ações ambientais e a um estilo de vida imaginado sobre o rural (MULLER, 2004). Essas características estão ocorrendo no entorno do MONA e da APE do Pico do Ibituruna.

A distância menor, mas também a facilidade de conexão de áreas do entorno da UC com o centro regional, expressas por vias de circulação em bom estado de conservação, amplifica as facilidades de acesso, e a possibilidade de transformação do uso das terras do entorno para áreas de lazer ou uso residencial como fuga do ambiente urbano.

Em Governador Valadares, configuram-se em áreas já consolidadas de ocupação, expressas por “alguns clubes campestres, pousadas e restaurantes, que servem como aporte ao turismo local” (HABITAR, 2017). No entorno do Pico ao longo da estrada que o conecta a cidade, destaca-se o

restaurante Casa do Papai Noel, cuja decoração possui o tema natalino, as pousadas Vale Silvestre e Pousada da Serra, além do clube campestre Ibituruna Serra Clube. Outra curiosidade do lugar é a presença de uma réplica de um disco voador e de um 'extra-terrestre', às margens da estrada que dá acesso ao pico, em alusão à popular história local da suposta abdução do sr. Plínio Bragato, que teria ocorrido em meados do ano de 1996. Tal fato rendeu a homenagem ao 'causo' e é um dos pontos de interesse dos turistas que visitam o pico (HABITAR, 2017, s/nº de pg).

Essas características e equipamentos voltados ao lazer e turismo reforçam o avanço imobiliário, por meio de loteamentos, que se dá nas áreas mais elevadas e ao longo do perímetro da UC. Nas áreas mais elevadas, o parcelamento do solo se dá para a formação de chácaras de lazer e casas de campo (HENRIQUES, 2009). Registra-se, novamente, a fragmentação de propriedades a partir do aumento do número de construções em cada lote, com potencial para maior degradação ambiental.

Assim, devido à proximidade com as áreas urbanas, o Pico do Ibituruna está sujeito à especulação imobiliária por meio de loteamentos, principalmente ao longo do seu perímetro fora dos limites do MONA (porém, no interior da APE). Nas áreas mais altas é cada vez mais comum o parcelamento para formação de chácaras para casas de campo. Outra forma de parcelamento frequente tem sido aquele proveniente de herança, aumentando o número de construções por lote, fragmentando as propriedades, podendo acarretar consequências ambientais que comprometem os objetivos da Unidade de Conservação (MACIEL, 2011).

Como visto, o uso agropecuário é inexistente ou inexpressivo, e o mapa de nodalidade da área (Mapa 17) contribui para análise desta situação, com a indicação dos maiores índices encontrados nos setores leste e oeste da área de estudo, justamente a estrada que conecta o Pico do Ibituruna e que recentemente foi perenizada com o capeamento de concreto e cujo uso está associado ao turismo e lazer.

A pressão da sociedade valadarenses fez com que o poder público instalasse linhas de ônibus conectando o Pico a cidade, permitindo, assim, o acesso a uma cidade mais democrática e acessível. A disponibilização do acesso não foi simplesmente dado pelo poder público local, mas sim, conquistado por coletivos locais de Governador Valadares,

começou-se um movimento político e social para que uma linha de transporte público pudesse ser implementada para garantir o acesso das pessoas ao Pico do Ibituruna. Em 2 de agosto de 2016 foi sancionada a Lei Municipal 6.721 pela então prefeita Elisa Costa, que criou a linha especial de transporte público ao pico [...]. Apesar da lei obrigar a implantação imediata da linha, o mesmo não ocorreu, por motivos de planejamento, legais e contratuais, ficando à cargo da administração do prefeito André Merlo implementar o Decreto nº 10.570 em 1º de agosto de 2017. Tal decreto estabeleceu as regras para a implementação da linha, chamada de 'experimental', considerando o interesse público, o fato de não ser uma linha de ônibus convencional, cujo objetivo é de fomentar o turismo local, a prática de esportes e o acesso ao lazer; as questões contratuais entre a concessionária de transporte público; a necessidade de planejamento e a aprovação do Conselho Municipal de Transporte e Trânsito (MACIEL, 2011).

A ligação da cidade com o Pico é feita por

um veículo de porte intermediário entre o ônibus convencional e o micro-ônibus, chamado de 'micrão', com capacidade para 26 pessoas sentadas e 14 em pé, com sua capacidade de pessoas diminuída em três lugares para possibilitar o acomodamento em seu interior de equipamentos esportivos para a prática do voo livre [...] [O micrão] tem capacidade de enfrentar terrenos mais íngremes e com curvas mais acentuadas, [dotado

também] de plataforma elevatória e espaço interno destinado à cadeirantes e pessoas portadoras de necessidades especiais (MACIEL, 2011).

A estrada perenizada tem 11 km de extensão, entre o Pico e a cidade, vencidos em cerca de 30 minutos (WIKIPEDIA, 2018), e apresenta-se com calçamento de concreto e a linha de ônibus instalada que “tem atuado como importante ferramenta de integração do território da cidade, além de fomentar o acesso de turistas e do cidadão comum ao expoente maior do turismo da região, o Pico do Ibituruna” (MACIEL, 2011).

Antes do rompimento da Barragem de Fundão, já existia uma malha densa de estradas vicinais e trilhas que recortavam a Unidade de Conservação, sendo duas estradas principais de acesso ao pico: a estrada da face leste, onde circula o “micrão”, que é calçada, com alguns locais bem íngremes; e a da face norte, conhecida como “Estrada da Embratel” que é de terra. No córrego Brejaúba, a precariedade das estradas e pontes onerava os custos de comercialização das hortaliças, quebrando veículos e conseqüentemente prejudicando a geração de renda (SISEMA-IEF, 2012).

Com relação ao transporte, se por um lado é importante considerar a linha de ônibus como importante conquista das classes menos favorecidas para terem acesso ao lazer, ela pode potencializar impactos aos ambientes naturais que as UCs procuram proteger. Não se trata de impedir o acesso, pois esse já se dava pelo trânsito de pessoas mais abastadas em veículos 4x4 e que já causavam algum tipo de impacto a UC. Trata-se de garantir o uso e conexão feita pelos ônibus, como direito constitucional de acesso ao lazer<sup>12</sup>, mas, ao mesmo tempo, tratar a facilidade de acesso como possível vetor de pressão aos ambientes protegidos das UCs. Também esse tema merece ser aprofundado nos relatórios subsequentes, orientando os futuros trabalhos de campos e oficinas.

Admitindo-se as informações aqui apresentadas, o setor imobiliário fornece um fator preponderante, com agentes desempenhando um papel importante. Em alguns lugares ao redor do mundo, os proprietários de segundas residências são direcionados para locais específicos em atividades promovidas por agentes imobiliários. Na área de estudo, a instalação de condomínios com a marca de “Alphaville” e de clubes e pousadas campestres parecem influenciar e potencializar a conversão de uso das terras no entorno da UC a partir da disponibilização de áreas para esses usos. A disponibilidade de terras é também um fator importante na seleção de locais para segundas residências e chácaras de lazer, ao mesmo tempo em que as restrições de uso do solo podem limitar os tamanhos mínimos dos lotes e gerar uma escassez de terra e, conseqüentemente, uma diminuição na quantidade de lotes disponíveis para a construção de segundas residências (HALL; MULLER, 2004). Essa escassez funciona frequentemente como renda da terra<sup>13</sup> ou seja, como fator de valorização das propriedades para práticas de lazer e turismo.

Cada governo controla as taxas e os impostos e, dependendo da localização, há acordos entre governos e setores econômicos para maximizar as taxas de retorno para os especuladores (HALL; MULLER, 2004). Cada quadro legal é frequentemente justificado pelos governos locais como base para a proteção do ambiente ou para manter a paisagem sem transformação (HALL; MULLER, 2004). Ou seja, há sobretaxas em alguns locais para manter a paisagem sem grandes alterações a fim de valorizá-las e, assim, aumentar o preço da terra nos poucos locais remanescentes que ainda permitem certa alteração na paisagem.

---

<sup>12</sup> A constituição brasileira de 1988 reforça essa ideia de direito ao lazer, em seu capítulo II, de direitos sociais, quando indica que “São direitos sociais a educação, a saúde, o trabalho, a moradia, **o lazer**, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados, na forma desta constituição”. (BRASIL, 1988, Constituição Federal, art. 6º). (grifo do autor).

<sup>13</sup> Sobre a renda da terra, ver, por exemplo, Harvey, D. Cidades Rebeldes, São Paulo: Martins Fontes, 2014, principalmente o capítulo 4 que trata da “Arte da Renda”.



Contudo, como indicado anteriormente, esse fator de valorização parece não ser importante na área de estudo, pois há um desdobro e parcelamento de lotes motivados por heranças.

A paisagem protegida do Pico do Ibituruna funciona como elemento fundamental para essa valorização das terras de seu entorno. Essa informação ainda é uma inferência e necessita ser checada na revisão deste relatório em sua versão final. Isso porque a natureza protegida pelas UCs é um fator que tem valorizado espaços desde a criação dos primeiros parques nacionais nos Estados Unidos, que esteve associada a um movimento de valorização da natureza, pois as cidades em industrialização e urbanização crescentes não podiam mais oferecer ambientes naturais adequados (McCORMICK, 1992).

Atualmente, a paisagem é consumida por turistas e proprietários de segundas residências com um estilo de vida de alta mobilidade, todos caracterizados por um ideal imaginado sobre a paisagem e a natureza. Esta situação muitas vezes cria conflitos em ambientes rurais entre populações tradicionalmente instaladas no local e os recém-chegados com respeito ao uso dos recursos naturais (HALL; MULLER, 2004). Em algumas circunstâncias, os proprietários de segundas residências e chácaras de lazer podem ser vistos como invasores por residentes locais tradicionais, fato que, com o passar dos anos, pode gerar desentendimentos (HALL; MULLER, 2004). E estes conflitos podem conduzir à destruição das relações entre os dois grupos, gerando também mudanças ambientais e mudanças na cultura local. Não há indicação explícita de comunidades tradicionais na área das UC<sup>14</sup> em apreço, fato que reduz as possibilidades desses conflitos. Contudo, isso merece ser analisado para relatórios futuros.

O planejamento técnico nem sempre considera todos os interesses envolvidos, pois a relação entre visitantes e visitados (comunidade local) e entre estes e o trade<sup>15</sup> turístico e o capital imobiliário, para além do planejamento técnico, trata-se de uma relação política na qual o viés técnico do planejamento não consegue oferecer saídas satisfatórias. Essa relação conflituosa beneficia, com frequência só as classes mais abastadas, levando à gentrificação (PARIS in NEFEDONA; PALLOT, 2013). Nesse sentido, as segundas residências e chácaras de lazer podem também ser percebidas como gentrificação rural, o que implica em um choque entre o estilo de vida tradicional rural e o de áreas com imagens urbanas no campo (HALL; MULLER, 2004).

No interior da área protegida a paisagem e as atividades se assemelham ao seu entorno. O Pico, principal atrativo, se situa no interior da UC, mas é elemento condicionador dos usos da terra do entorno, como as atividades de lazer e turismo, as práticas voltadas aos esportes de aventura, que contribuem para transformar o Pico do Ibituruna num geo-símbolo. A diferenciação entre o entorno e o interior das áreas se dá por um maior regramento que as UCs instituem. No caso da visita tais atividades estão inseridas e condicionadas às recomendações do programa de uso público, quando existente.

Há vários estudos sobre a importância, os objetivos e as finalidades de áreas protegidas ou unidades de conservação. Alguns autores apontam que uma área protegida tal como a UC deste estudo, apresentam como objetivos e finalidades: proteção dos recursos naturais, para a qual a Unidade de Conservação foi criada; desenvolvimento de pesquisa sobre suas características socioambientais, a fim de melhorar o conhecimento a respeito destas características e também contribuir para o manejo da área; oferta de áreas para lazer, recreação e educação ambiental à comunidade (ROBIM, 1999 e MILANO, 1997). O programa de uso público é pensado e estruturado para atender a este último objetivo (MILANO, 1997). O IBAMA indica

---

<sup>14</sup> Duas comunidades ribeirinhas foram citadas no Relatório de Linha-Base, Volume II (INSTITUTOS LATEC, 2017), porém sem localização exata.

<sup>15</sup> Trade turístico – conjunto de agentes, operadores, hoteleiros e prestadores de serviços turísticos, que incluem restaurantes, bares, redes de transporte, entre outros empreendimentos (BRASIL, 2007).



que um programa de uso público deve propiciar a aproximação dos visitantes com a natureza, permitindo que estes interiorizem o significado das áreas protegidas, sua importância em termos de preservação, manejo e aproveitamento indireto dos recursos naturais e culturais (BRASIL, 1999).

O programa de uso público também deve propiciar lazer, recreação e educação ambiental para os visitantes (comunidade local e turistas), além de despertar uma consciência crítica para a necessidade de conservação dos recursos naturais em uma Unidade de Conservação (CERVANTES; BERGAMASCO; CARDOSO, 1992). Nesse sentido, um roteiro de visitação incorporando atrativos do interior e entorno da UC amplia as possibilidades de entendimento da produção do espaço local, não se prendendo apenas as questões ambientais da área.

A princípio há vestígios histórico-culturais fora da Unidade de Conservação, como a Açucareira (Figura 34), primeiro patrimônio tombado no município em 2001 (ANDRADE; PINHO, 2014). Trata-se de uma usina inaugurada em 1948, com a finalidade de produzir açúcar e álcool para exportação; a companhia chegou a produzir 600 sacas de açúcar e 10 mil litros de álcool por dia (MORAES, 2011). Como se encontra fora dos limites da UC, mas na área de influência desta, não cabe necessariamente o estabelecimento de uma zona histórico-cultural para a Açucareira, mas propor um conjunto de ações para inseri-la num roteiro integrado a UC. Tal roteiro já existe, como será mencionado mais adiante, mas ele merece ser trabalhado a luz dos princípios da interpretação ambiental.

Figura 11 - Companhia Açucareira Rio Doce (CARDO), com o Pico do Ibituruna ao fundo.



Fonte: Leonardo Moraes, disponível em <http://leonardomoraes.blogspot.com/2011/05/acucareira.html>

Embora esteja fora dos limites da UC, esta usina constitui-se em importante atrativo que pode estar inserido num roteiro de visitação que considere as características econômicas, históricas, culturais, e não só as naturais para o estabelecimento de um roteiro de visitação mais crítico e criativo.

Assim, o programa de uso público deveria ser necessário a cada uma destas unidades, considerando suas especificidades, no caso o MONA, que é uma UC de proteção integral e a APE, que é igualmente muito restritiva quanto aos usos ligados a visitação, embora não seja uma categoria contemplada pelo SNUC. Desta forma, o direito ao lazer, poderia ser trabalhado, conhecendo-se de fato a realidade territorial e cultural de cada unidade, as relacionando às possibilidades dos interesses dos próprios usuários e considerando as potencialidades e limitações ambientais de cada UC.

Posto dessa maneira, o programa de uso público foca-se no entendimento dos processos naturais existentes na Unidade de Conservação e apoia-se numa abordagem formal, ou pelo menos em ações ligadas a uma “educação ambiental”. Contudo, nessa abordagem, perde-se a oportunidade de trabalhar a vivência ambiental a partir do lazer, num processo de educação não formal. Essa visão “tradicional” de pensar o uso público é reforçada por alguns especialistas da área. Tradicionalmente, o programa de uso público de uma Unidade de Conservação deve estabelecer as normas e diretrizes para sua execução, vinculadas ao componente educativo para a estimulação do aprendizado e “não o simples entretenimento” (MILANO, 2001). Posto dessa maneira desvincula-se o aprendizado do entretenimento, como se fossem antagônicos. Entretanto, é possível aprender (ou se sensibilizar com algo) a partir de um conjunto de atividades, sem necessariamente estar embasado num ensino formal.

Para evitar essa visão reducionista, é preciso ter compreensão do lazer e turismo como fenômenos sociais complexos. Pode-se partir de um conceito funcionalista do lazer, atrelado às suas funções de diversão, descanso e desenvolvimento pessoal e social (DUMAZEDIER, 1979), tal como foi discutido na literatura brasileira deste campo de estudo. Contudo, essa abordagem por vezes não dá conta de pensar as possibilidades de usos que os cidadãos podem ter quando frequentam os parques e demais áreas protegidas.

Nesse sentido, parte-se de uma visão do lazer, e também de turismo, como fenômeno social complexo, contraditório, capaz de, ao mesmo tempo, proporcionar aos sujeitos momentos e vivências sociais enriquecedoras do ponto de vista educativo ou, por outro lado, com tendências à reprodução do socialmente estabelecido. Esta dialética é facilmente observada na dinâmica de utilização dos espaços públicos no Brasil e dos parques, em particular, quando nestes podem ser desenvolvidas abordagens sobre a temática ambiental como elemento integrador (PACHECO; RAIMUNDO, 2015).

Portanto, não se trata de partir apenas dos “interesses culturais” dos sujeitos<sup>16</sup>, mas também de problematizar estes interesses diante dos usos possíveis em um espaço singular de uso público como a UC da área de estudo. Percebe-se que a observação dos lazeres, como indicado no tópico anterior, pautado pelas lentes dos “interesses culturais” pode conduzir a um estreitamento de visão das relações sociais contraditórias nestes embates entre sujeitos (comunidades, trade, turistas, moradores da região) e as UCs.

Ainda a respeito dos tipos de zonas abertas a visitação contidas em um plano de manejo ou outro ordenador da área, há as zonas de uso extensivo e a zona de uso intensivo, as quais são as mais utilizadas nas ações de planejamento e gestão do uso público. A diferença entre elas está, como diz os nomes dessas zonas, na intensidade de uso: a zona de uso intensivo comporta uma maior concentração de atividades e serviços, assim como de infraestrutura voltadas ao atendimento do visitante; enquanto na zona de uso extensivo tais atividades são mais brandas e menos concentradas. As fragilidades das características biofísicas da área é que devem determinar o estabelecimento destas zonas. E o plano de manejo é o instrumento que referenda estas ações – o zoneamento e as atividades dos programas. Há, portanto, uma relação direta entre as atividades propostas para atendimento do público, as fragilidades sócio-ambientais e sua distribuição espacial na área do parque.

---

<sup>16</sup> Os interesses culturais estão associados às motivações que levam usuários a frequentar um equipamento de lazer e turismo, no caso as UCs da área de estudo. Trata-se dos *interesses artísticos* (imagens, emoções e sentimentos, seu conteúdo é estético e configura a beleza do encantamento), dos *interesses intelectuais* (contato com o real, as informações objetivas e explicações racionais. A ênfase é dada ao conhecimento vivido, experimentado), dos *interesses físicos esportivos* (práticas esportivas, os passeios, a pesca, a ginástica e todas as atividades em que prevaleça o movimento), dos *interesses manuais* (capacidade de manipulação, quer para transformar objetos ou materiais, quer para lidar com a natureza), dos *interesses sociais* (relacionamento, os contatos face a face, a predominância deixa de ser cultural e passa a ser social), dos *interesses turísticos* (da quebra da rotina temporal ou espacial e o contato com novas situações paisagens e culturas). Sobre esse tema ver MARCELLINO, 2007, p. 9-30.

Na área em estudo, há uma grande concentração de atividades e equipamentos no cume do Pico. Trata-se de um uso tradicional das práticas de lazer e turismo da região. A extensão da área, englobando as rampas de voo, os sanitários e demais equipamentos poderão no futuro, compor a zona de uso intensivo da UC. Devido às características de uso, uma futura zona de uso intensivo da UC poderá conter a estrada com calçamento e mesmo a trilha da Embratel. O desafio para estes locais (cume do Pico, estrada e trilha da Embratel) será a elaboração de recomendações pautadas no estabelecimento de indicadores de impacto e de seu monitoramento, relacionados às técnicas de manejo do impacto como o *Visitor Impact Management* (VIM) e o Número Balizador de Visitação (NBV)<sup>17</sup>.

Com relação à infraestrutura inserida nessa zona, também é consagrado que as atividades do programa de uso público sejam oferecidas num “Centro de Visitantes”. Segundo IBAMA (1999), trata-se de um local onde o visitante é recebido e lhe são proporcionadas informações sobre os serviços disponíveis (transportes, telefones, sanitários, passeios, serviço de guias, apresentações de filmes e palestras, serviços de hospedagem e campismo, áreas e atividades de recreação, serviços de alimentação, dentre outras); informação sobre as normas e benefícios da UC; interpretação das “informações” sobre os recursos naturais e culturais da área. Nesse aspecto, também não há menção a nenhuma atividade para visitantes na UC em estudo, somente ações para o trade, contidas no “Circuito Turístico Trilhas do Rio Doce”, que será mencionado mais adiante.

A UC em questão não apresenta um programa de uso público estruturado. O que existe, de acordo com o Circuito Turístico Trilhas do Rio Doce, é apenas um inventário básico dos atrativos do interior e entorno da UC, mas ainda sem uma possibilidade de integração educativa e de lazer entre eles. Tais atrativos são: o Pico do Ibituruna e a Trilha da Embratel.

## O Pico do Ibituruna

Trata-se do principal atrativo de visitação de Governador Valadares. Segundo o portal eletrônico *Wikipédia*, trata-se de

Majestosa pedra negra encravada na planície por onde serpenteia o caudaloso Rio Doce [...] O pico pode ser avistado de todos os bairros da cidade. Com 1.123 metros de altitude acima do nível do mar e 990 metros em relação ao nível do Rio Doce, possui as melhores térmicas do mundo e se consagra como cenário nacional e internacional na prática do voo livre. Além do voo livre, a área do pico é propícia para a prática de outros esportes de aventura (WIKIPEDIA, 2018).

A despeito dos exageros ou inadequações como “as melhores térmicas do mundo”, que merecem ser checadas futuramente, trata-se de um elemento fundamental para atração de novos turistas no segmento de aventura, mas a situação atual precisa ser melhor manejada. Como mencionado, há uma infraestrutura de

---

<sup>17</sup> Não há referência de estudos pautados no manejo do impacto da visitação nas UCs estaduais mineiras desenvolvidos pelos órgãos de gestão como o IEF. Nas UCs federais, o ICMBlo estabeleceu como instrumento de avaliação de impactos o NBV, enquanto nas UCs de São Paulo ficou estabelecido pela Fundação Florestal o VIM como principal ferramenta de manejo do impacto da visitação. Ver sobre esse assunto nos manuais de monitoramento de impactos da visitação de ambos os órgãos: para as UCs federais ver ZIMMERMANN, 2011; e para as UCs paulistas ver: SÃO PAULO, 2009. No futuro plano de manejo a ser elaborado essas informações merecerão ser consideradas. Para relatório final deste projeto, alguns apontamentos sobre indicadores de impactos e monitoramento podem ser apresentados.

apoio ao visitante, no cume da elevação, onde se situa a rampa para práticas de esportes alados, a saber: 4 rampas de madeiras e 10 rampas naturais, com possibilidade de várias decolagens simultâneas (MACIEL, 2011). Contudo, a infraestrutura de apoio à visitação necessita de melhorias nos banheiros e na sinalização (MACIEL, 2011). Há um estudo desenvolvido em 2012 pela Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico, que relacionou a visitação ao Pico com hospedagens no entorno da UC. Segundo este estudo, em 57% das propriedades do entorno do Pico, a frequência de visitação (e consequente taxa de ocupação) não ultrapassou 10 pessoas/mês, sendo 47% utilizadas para moradia e 39% como casas de campo aos finais de semana, indicando baixa utilização turística e predomínio de utilização privada, consequentemente a disponibilidade de alojamento aos turistas no Pico, hoje, é mínima (SISEMA-IEF, 2012). Estas questões ligadas aos serviços de apoio de alimentos e bebidas (A&B) e de hospedagem merecem ser mais bem avaliadas nos relatórios subsequentes, na mesma abordagem da avaliação de impactos obedecendo às técnicas do VIM ou NBV, já consagradas para outras localidades e também se utilizando da interpretação ambiental, esta será mais aprofundada no atrativo a seguir.

Considerando o Pico do Ibituruna como principal atrativo da região e inserido no interior da UC, optou-se aqui por considerar como visitantes as pessoas que têm a UC em seu entorno habitual; enquanto que as demais, embora também classificadas como visitantes, integram o grupo dos turistas (MATHEUS; RAIMUNDO, 2013). Essa diferenciação é importante, pois a relação entre esses dois grupos, comunidade local e turista, e destes com a UC é também distinta.

Nesse sentido, uma das diferenças mais marcantes entre turistas e moradores em suas relações com o local se dá pela construção de identidades e pertencimentos. Com relação aos moradores, embora estes também sejam praticantes de esportes de aventura, a relação com o Pico se dá também numa abordagem simbólica, ou seja, a presença do Pico como elemento fundamental para construção de atitudes de pertencimento e identidades dos moradores, o que pode ser caracterizado no olhar dessas comunidades como “Sítio Simbólico de Pertencimento”.

De modo essencial, cada sítio é uma entidade imaterial que impregna o conjunto da vida em dado meio. Ele possui um tipo de caixa preta feita de crenças, mitos, valores e experiências passadas, conscientes ou inconscientes, ritualizadas. Ao lado deste aspecto feito de mitos e ritos, o sítio possui também uma caixa conceitual que contém seus conhecimentos empíricos e/ou teóricos, de fato, um saber social acumulado durante sua trajetória. Enfim, os atores em dada situação operam com sua caixa de ferramentas que contém seu saber-fazer, técnicas e modelos de ação próprios ao contexto (ZAOUAL, 2006, p. 32).

Tratam-se de relações de pertencimento, de identidade, de atração e prazer que as comunidades locais estabelecem com seus meios, também denominada como *topofilia*<sup>18</sup>, ou relações topofílicas. Esta relação precisa ser considerada para que as atividades do lazer e turismo mais massificado, por exemplo, não as descaracterizem; e, mais que isso, que estes sítios simbólicos possam ser inseridos no planejamento de destinações como diferenciais de visitação, desde que essas características socioculturais não sejam transformadas em esquetes de visitação, descontextualizada de suas características histórico-culturais de formação. Isso porque, “a ida de um viajante a um sítio é também uma possibilidade de compartilhar a experiência de sentido que ali se dá” (BARTHOLO, 2009, p. 52), pois “concretamente, a clientela procura verdadeiros sítios que combinam a autenticidade e a profundidade do intercâmbio intercultural de uma parte

---

<sup>18</sup> Neologismo estabelecido pelo geógrafo chinês Yo-Fu Tuan para indicar as relações de paixão, prazer, proximidade e afeição entre um grupo social e seus objetos espaciais, transformando-os em seus lugares de afeição, criando assim suas identidades, ou pertencimentos espaciais. É a territorialidade de um dado grupo.

e a harmonia com a natureza e a memória dos lugares visitados em outro lugar” (ZAOUAL, apud BARTHOLO; SANSOLO; BURSZTYN, 2009, p. 57).

Nessa visão simbólica, aparece a ideia de territorialidade, que é a perspectiva do pertencimento ao território implicando na representação de uma identidade cultural e não necessariamente um polígono delimitado. Essa identidade supõe redes múltiplas, embasadas em ‘geo-símbolos’ e não em fronteiras definidas. Inscrevem-se, assim, nos lugares e caminhos que ultrapassam os blocos de espaços homogêneos e contínuos da ideologia geográfica (HAESBAERT, 2004). O Pico do Ibituruna é com certeza o mais poderoso geo-símbolo da área e elemento referencial na construção das identidades e pertencimentos locais. Ela (a pedra Ibituruna) se configura como um “espaço que vai muito além de um ‘cartão postal da cidade’, pois está associada a um lugar de memória individual e coletiva, com participação na formação da identidade e auto-estima dos valadarenses” (ANDRADE; PINHO, 2014, p. 95). Trata-se de uma “elevação montanhosa com 1.123 m de altitude em relação ao nível do mar e 990m de desnível em relação ao Rio Doce, ‘tendo sido marco referencial para as expedições que penetraram a região do Rio Doce’”(IEPHA, 2004, p. 249). O relato de moradores destaca a importância que o Pico apresenta na paisagem e no imaginário local:

Desde criança o pico do Ibituruna se mostra imponente diante dos nossos olhos. Grande, alto e cheio de mistérios essa montanha cercada de matas e pequenas cachoeiras é lugar de passeio e de caminhada para aqueles que querem sentir a solidão do que restou de floresta. Todos que saem a procura disso buscam já pela madrugada iniciar os andares rumo ao pico mais alto. Mesmo fora da época de campeonato de Paraglidiers é gostoso sentir que chegar ao pico traz a sensação de superar limites. Quando criança sentia que o rio era companhia para a imponente do pico. Sua grandeza, sua beleza, suas ilhotas. Tudo era belo e fez parte dos primeiros aprendizados de muitas crianças, inclusive a minha infância. Nadar, caçar cachos de bananas e peixes (ANDRADE; PINHO, 2014, p. 94-95).

A relação de lugar que o Pico do Ibituruna mantém com seus moradores é no que diz respeito à paisagem simbólica ampliada com a introdução da função turística na área.

Os moradores o chamam “Pedra da Ibituruna”, ou simplesmente “a Ibituruna”. A pedra é avistada desde longe e, além disso, garante à cidade a condição de sede de campeonatos nacionais e internacionais de diversas modalidades de vôo livre e, consequência disso, o título de Capital Mundial do Vôo Livre (GUIMARÃES, 2008, p. 46).

Tais condições (as funções simbólicas e materiais para moradores e turistas) se entrelaçam e permitem uma maior ampliação de visões, com o Pico sendo alçado a condição de patrimônio, do ponto de vista cultural e natural. Em relação à Ibituruna, a política de patrimônio tem atuações diversas, pois, como já citado anteriormente, não são perceptíveis medidas de preservação da paisagem, sobretudo de sua relação cidade/rio/pico, o que evidencia a falta de articulação entre paisagem natural e ambiente construído (GUIMARÃES, 2008).

## A Trilha da Embratel

Trata-se da trilha que dá acesso ao Pico do Ibituruna, utilizada pelos praticantes de caminhadas e esportes como o Mountain bike e Enduro. Esta trilha possui diversas situações de relevo, solo e vegetação, sendo que a pressão exercida pelas práticas dessas atividades causa um impacto diferenciado (FERREIRA, 2016). Ela é considerada de dificuldade nível “moderado” e, em alguns trechos, considerada de nível difícil por possuir algumas subidas íngremes com solo pedregoso que dificulta a caminhada. A trilha inicia-se na estrada do



distrito de Derribadinha a cerca de 200 metros da portaria principal do Parque Natural Municipal de Governador Valadares. O marco zero da trilha está numa altitude de 151 m em relação ao nível o mar. Nos primeiros metros da trilha adentra-se em uma área relativamente arborizada, mas com pouca vegetação rasteira (FERREIRA, 2016).

Esta trilha é considerada também uma “trilha ecológica”, pois proporciona ao praticante de caminhada, além de um exercício físico agradável junto à natureza, a possibilidade de apreciar a paisagem muito além daquela restrita ao itinerário das trilhas. Na trilha da Embratel, ao se “alongar a vista, depara-se com algumas paisagens agradáveis, mas, depara-se também com imensas áreas de encostas com solo totalmente exposto, consequência e anos de exploração sem manejo adequado” (FERREIRA, 2016).

A regularização fundiária da UC não foi resolvida e a trilha atravessa propriedade privada (FERREIRA, 2016). A partir de seu início, na altura dos 2500m de extensão há uma conexão com a Estrada de Terra oriunda de Derribadinha, sendo que o percurso passa a ser por esta estrada. A partir daí, o tráfego se dá também por veículos automotores, o que intensifica a possibilidade de acidentes e de impactos ao meio natural. Embora o fato de que a partir deste cruzamento os riscos de acidentes pelo uso conjunto de pedestres, ciclistas e veículos possam aumentar, há uma mudança na paisagem, com os visitantes podendo adentrar alguns resquícios de mata atlântica, com uma variedade de espécies de mata nativa original, destacando-se Angelins, Ipês, Jatobás, Embaúbas e algumas espécies de Palmeiras (FERREIRA, 2016). Há um pequeno curso d'água que desce a montanha por entre as pedras se tornando um atrativo no caminho. Ao se aproximar do Pico, a vegetação vai se tornando mais densa com remanescentes nativos, entremeadas com extensas áreas de pastagens, ou campos naturais, que recobrem as encostas íngremes. O percurso termina no cume do Pico do Ibituruna.

Ao longo da trilha, não se identificava placas de orientação tampouco de interpretação da Unidade de Conservação ou qualquer outra informação que auxilie na gestão da área. FERREIRA (2016) identificou apenas uma placa informativa quanto aos riscos da prática do voo livre próxima a rampa de decolagem.

A falta de interpretação das trilhas é um ponto negativo do programa de uso público, pois perde-se a oportunidade de aumentar a experiência de visitação. E a interpretação ambiental é a técnica mais consagrada para sensibilizar o visitante sobre as características do ambiente visitado.

A interpretação ambiental busca o contato direto com um ambiente ‘natural’ que possibilite ao indivíduo uma oportunidade para desenvolver sua percepção ambiental e assimilar conhecimentos. Esse instrumento tem um foco sobre as dimensões da experiência do visitante e considera que ele não está preocupado apenas com a observação de um cenário ou objeto, mas também com a sensação e percepção de alguma coisa e do seu valor (WEARING; NEIL, 1999).

## **Outros atrativos potenciais**

Em termos de um sistema de trilhas, parece que já há um aspecto positivo, pois há um conjunto de trilhas, que foram abertas para outras finalidades, não só para a visitação, e que podem ser integradas num roteiro mais amplo de uso público, com foco na interpretação ambiental. E com possibilidades de integrar outras atividades como passeios a pé, a cavalo, de bicicleta, ou mesmo com veículos motorizados. Embora que para um uso coletivo esses últimos ofereçam um desafio maior de planejamento e gestão da segurança, inclusive com a estruturação de um plano de contingência.



Admitindo-se essas informações, apresenta-se o desafio de estruturação das trilhas voltadas a visitação na UC, para avaliações sobre referenciais para o futuro programa de uso público destas áreas. Referenciais estes que contemplem a interpretação ambiental como ferramenta para uma sensibilização e transformação do visitante, ao mesmo tempo em que se estabeleça indicadores para serem monitorados e avaliados sobre os possíveis impactos decorrentes da visitação aos atrativos.

Nessa linha, já existem ações embrionárias na região, como o “Circuito Turístico Trilhas do Rio Doce”, que integra a APE. Trata-se de um roteiro operado pela “Associação dos Municípios do Circuito Turístico Trilhas do Rio Doce”, que é uma entidade civil sem fins lucrativos com estatuto e regimento próprios. Ela foi criada em 2002 e, atualmente, é certificada e classificada no grupo de Competitividade e Diversificação pela Secretaria de Estado de Turismo de Minas Gerais. A Associação apresenta como objetivo o fortalecimento do desenvolvimento do turismo nos 40 municípios associados, buscando o comprometimento dos atores municipais por meio da articulação, mobilização, cooperação e integração das ações.

As práticas de esportes radicais no Rio Doce precisam ser avaliadas nos relatórios subsequentes no que diz respeito à balneabilidade das águas pós-rompimento da Barragem de Fundão. Trata-se, além das visitas a campo, de entrevistas com o trade que compõe esse circuito para levantamento das condições anteriores e posteriores ao rompimento da barragem.

No entorno e contido na área de estudo há outras possibilidades de exploração turística do Circuito, como:

- Ilha dos Araújos: percurso de bicicleta pelo calçadão da Ilha e bar flutuante, Figura 12;

Figura 12 - Ilha dos Araujos



- Visitação no Parque Natural Municipal;
  - Rapel e trekking na Pedreira do Rapel (desativada nas atividades de mineração, com cerca de 50 metros e inclinação de 45 graus).

Além delas, há também atividades complementares: gastronomia local, praças, ruas, feira de artesanato e outros; e a Catedral de Santo Antônio.

Outra atividade do “Circuito” refere-se à capacitação do trade, por meio de dez programas estratégicos direcionados aos municípios integrantes para o desenvolvimento do turismo:

- Trilhando Capacitação Turística: Programa com oferta de palestras, cursos e oficinas de capacitação para o trade turístico, comunidade e gestores públicos;
- Trilhando Documentação: Programa de padronização dos documentos (convênios, planos de trabalhos, leis e outros) para uma melhor dinamização das ações;
- Trilhando Educação Turística: Programa que visa incentivar a inclusão da educação ambiental, patrimonial e turística nas Escolas Municipais;
- Trilhando Eventos Turísticos: Programa que promove e divulga os eventos dos associados no site institucional, redes sociais e outros meios de comunicação;
- Trilhando Fomento e Infraestrutura: Programa visa estimular a criação de Centros de Atendimento ao Turista, a implantação de sinalização turística nos municípios associados e melhoria de infraestrutura turística;
- Trilhando Fortalecimento dos Associados: Programa que visa motivar os associados no fortalecimento do Programa de Regionalização do Turismo do Governo Federal e Estadual;
- Trilhando Informação: Programa de divulgação de eventos e ações nos meios de comunicação e redes sociais;
- Trilhando Roteiros Turísticos: Programa que incentiva a formatação e comercialização de roteiros turísticos junto aos receptivos locais, com ênfase na gastronomia, religiosidade e turismo de aventura;
- Trilhando Promoção: Programa que busca participação em eventos turísticos na divulgação da marca, incluindo confecção de material gráfico como sacolas, brindes e folders;
- Trilhando Produtos Turísticos: Programa que prioriza fortalecer grupos folclóricos, manifestações culturais e a gastronomia regional dos municípios.

O Pico do Ibituruna deve ser pensado como centro de atrações das atividades do programa de uso público da UC e provavelmente inserido numa futura zona de uso intensivo da UC. Para compor um futuro programa de uso público da UC, informações sobre o manejo do impacto da visitação e sobre interpretação ambiental merecem ser trabalhadas com mais destaque para manter a pressão de uso dentro de variáveis aceitáveis e garantir uma maior sensibilização do público sobre os ambientes que a UC protege. Nesse aspecto, a trilha da Embratel é um elemento complementar importante.

O Pico também precisa ser entendido como elemento central para estruturação do lazer e turismo no entorno, com possibilidades de desenvolvimento socioeconômico e ligado à inclusão social local. Pode-se trabalhar com a ideia de inclusão social associada à inserção econômica e à participação política e social (NASCIMENTO; ARAÚJO, 2015). Nessa linha, a inclusão social deve ser vista para além de abordagens econômicas, mas considerar o papel político dos segmentos da sociedade envolvidos numa dada atividade. Portanto, não é um olhar só pela perspectiva material. O compromisso da “redistribuição abrange não apenas a transferência de renda como também a reorganização da sociedade a democratização dos processos através dos quais são tomadas as decisões” (BOTELHO; MACIEL; GONÇALVES; IRVING, 2015, p. 57). Com isso, não se trata de pensar a inclusão social como antítese da exclusão social. Esta última pode corresponder a processos “de falsas inclusões ou inclusões insatisfatórias, baseadas em trajetórias de vulnerabilidade e/ou precariedade e até mesmo rupturas de vínculos sociais” (BOTELHO; MACIEL; GONÇALVES; IRVING, 2015, p. 57).

Essa discussão é importante no sentido de que alguns espaços públicos, notadamente as unidades de conservação, têm sido requisitados para práticas mais inclusivas da sociedade. Trata-se de grupos de pessoas de diversas origens e segmentos, que tendo um objetivo comum, desenvolvem uma ação política para garantir o uso, o direito ao acesso e a existência de um dado recurso<sup>19</sup>. O exemplo da conquista do transporte coletivo ao Pico é uma boa referência sobre o nível de organização da sociedade local. São práticas que, no meio urbano, são oriundas de coletivos que se apropriam desses espaços dando-lhes novos significados para práticas políticas e culturais, tendo principalmente no lazer, e também no turismo, um dos bastiões desses novos usos.

O caráter simbólico que o Pico do Ibituruna apresenta às comunidades locais pode ser considerado um bom argumento para consolidação dos referenciais de pertencimento e identidade local e na busca de parcerias visando à manutenção ambiental da área e as práticas de lazer e turismo. Busca essa que pode oferecer resistências a algumas práticas mais nocivas de conversão do uso da terra no entorno, fortemente governado pelo capital imobiliário. É um processo conflituoso que se depara com forças hegemônicas da sociedade, que elegem outros usos para tais espaços, gerando, por vezes, processos de gentrificação.

---

<sup>19</sup> Sob esse aspecto aparece o termo “comum”, no singular, como uma proposta que busca novas formas de desenvolvimento e de relacionamentos da sociedade com o meio. Um movimento que emerge no desencanto com o Estado e com a empresa capitalista. Sob este aspecto ver DARDOT; LAVAL, 2017 e também HARVEY, 2014, que trata dos *commons* urbanos.

## 5 EXPEDIÇÕES

### 5.1 Metodologia

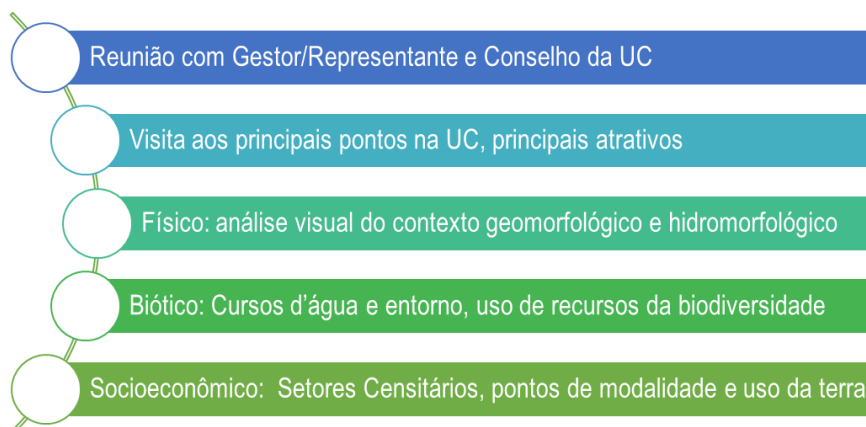
As expedições tiveram como objetivo a complementação de dados referentes as lacunas identificadas por meio do levantamento de dados secundários, de conversas e reuniões com gestores, moradores e usuários das UCs; além do reconhecimento da Unidades de Conservação e da área de estudo *in locu*. A primeira expedição foi realizada entre os dias 08 e 15 de fevereiro de 2019 com o conjunto da equipe de especialistas, após a realização da Oficina de Diagnóstico, quando cada uma das seis unidades de conservação foi visitada.

A metodologia da expedição, que foi construída pela equipe técnica, apresentada e validada pelos participantes da Oficina de Diagnóstico, levou em consideração as particularidades da Unidade de Conservação, as lacunas identificadas, as percepções dos participantes da oficina e os resultados do Diagnóstico de Linha de Base.

Na expedição, de maneira geral, foram realizadas análises expeditas da integridade dos ecossistemas aquáticos e terrestres, a validação das informações secundárias em campo, reuniões e entrevistas com a população do entorno e com gestor e funcionários da UC, além de uma breve vistoria das áreas para verificação das lacunas identificadas na primeira etapa do projeto. Também as perguntas orientadoras funcionaram como guia para a expedição, de forma que as respostas das perguntas orientadoras integram o presente Diagnóstico de Avaliação (Anexo V).

A estrutura que orientou o planejamento da expedição está ilustrada na Figura 48. A equipe buscou primeiramente reunir-se com o órgão gestor para entender com maior profundidade o contexto local e fechar o detalhamento da visita à unidade. Buscou-se também manter o balanço entre o conhecimento dos atrativos e dos principais pontos da UC a serem percorridos pela equipe técnica, mas também atender às especificidades dos pontos a serem visitados especificamente pelas equipes de cada meio (físico, biótico e socioeconômico e cultural).

Figura 13 - Estrutura da expedição



Ao longo do percurso foram realizadas Reuniões Técnicas entre toda a equipe técnica do projeto, para construção de entendimentos comuns e possibilitando o compartilhamento das análises e impressões.

## 5.1.1 Meio Físico

A fim de verificar se, de fato, os aspectos do meio físico da Unidade de Conservação foram impactados pelo fluxo de rejeito originado pelo rompimento da Barragem de Fundão, foram realizadas expedições, com foco no levantamento de informações sobre a **rede de drenagem, planícies e vales fluviais** abrangidos pelos limites da área de estudo.

Para isso, foi necessário que a equipe de especialistas do meio físico tivesse acesso aos locais da área de estudo mais próximos do Rio Doce e dos canais tributários, a fim de levantar novos dados, complementar, validar ou refutar informações obtidas dos levantamentos secundários.

O registro de dados durante a expedição foi inspirado em protocolos de avaliação rápida de integridade ecológica de alagados (RAMSAR 2005, Faber-Langendoen et al. 2012), que inclui descritores da **geomorfologia fluvial**, dos **sedimentos** e da **qualidade da água**, bem como da **vegetação ripária** e do **contexto geográfico** da bacia.

Para análise da geomorfologia fluvial e sedimentos foram identificadas feições de acumulação, extra-canal fluvial (na planície de inundação e margem fluvial) e intra-canal fluvial (leito do rio). Partindo-se a hipótese que, algumas podem ter sido geradas pela deposição de rejeito, outras podem ter contribuído com a sua deposição (armadilhas de sedimentos) durante o desastre do rompimento e após, mediante a continuidade de altas concentrações de sedimentos suspensos, principalmente durante o período de chuvas. Também foram observadas feições fluviais relacionadas a processos erosivos, uma vez que o fluxo de rejeito pode ter potencializado o atrito e abrasão dos grãos nas margens e no fundo do rio devido a predominância de grãos silte e areia fina na massa d'água de elevada turbidez (CPRM/ANA (2015a).

Outras características do trecho fluvial visitado foram levantadas conforme proposto pela metodologia de Carvalho (2017), aplicada em pesquisas sobre a geomorfologia fluvial de bacias hidrográficas, conforme Tabela 40:

Tabela 40: Características extra e intra-canal do trecho fluvial a serem observados em campo.

Características extra e intra-canal do trecho fluvial observado	
<b>Sinuosidade do rio</b>	Trechos retilíneos ou encaixados, segmentos entrelaçado, meandrante, anastomosado.
<b>Número de canais</b>	Segmento único ou múltiplo.
<b>Tipo de materiais visivelmente presentes no leito e/ou nas margens</b>	Rocha, matacão, cascalho, areia, sedimentos finos, outros.

Fonte: Adaptado de Carvalho (2017).

Além dos tipos de materiais nas margens e leito dos cursos d'água, proposto por Carvalho (2017), considerou-se cor e textura dos sedimentos presentes na planície fluvial, bem como o aspecto, coloração e turbidez da água.

O entorno dos cursos d'água e da Unidade de Conservação foram analisados com o propósito de contextualizar as características morfológicas e comportamentais da rede de drenagem com o sistema físico-ambiental como um todo.

Por fim, complementou-se o levantamento das observações do campo com informações obtidas por entrevistas semi-estruturadas com trabalhadores locais, técnicos de empresas, instituições públicas regionais e representantes da Unidade de Conservação, que estiveram disponíveis no dia da expedição. Nestas entrevistas foram obtidas informações sobre características fundamentais do funcionamento de ecossistemas aquáticos da UC, como regime hídrico, sazonalidade e periodicidade e extensão de inundações, de outra forma impossíveis de serem inferidos por meio de uma visita pontual. Também foram obtidas informações que vieram a complementar a avaliação de pressões em ecossistemas aquáticos por atividades humanas dentro e fora da Unidade de Conservação, principalmente em termos de uso e manejo da terra, e referente as alterações observadas na hidrografia, planícies e vales fluviais locais pós o rompimento da Barragem de Fundão. Em todos os casos procurou-se identificar, no julgamento dos entrevistados, questões relacionadas com a magnitude, severidade e reversibilidade das mudanças no meio físico (relevo, hidrografia, solos, qualidade da água e sedimentos), observadas pelos especialistas, bem como suas relações com a variação histórica dentro do que foi caracterizado na Linha de Base.

Tais entrevistas contribuíram para identificar/avaliar impactos potenciais no meio físico, como também para ilustrar situações que podem ter se desdobrado no ambiente (geradas ou agravadas) em decorrência do rompimento da Barragem de Fundão no meio físico.

## 5.1.2 Meio Biótico

A principal lacuna encontrada após o levantamento de dados realizado para todos os grupos do meio biótico - vegetação, mamíferos, aves, herpetofauna e ictiofauna - é o conhecimento escasso ou fragmentado sobre as espécies originalmente presentes na Unidade de Conservação. Desse modo, o estabelecimento de uma linha de base robusta que permita avaliar os impactos logo após o acidente, e em diversos intervalos posteriores, foi assim dificultada.

Sendo assim, e considerando que a expedição não contempla a amostragem de espécies, a metodologia em campo para complementar as informações sobre o meio biótico teve como foco a verificação da extensão e efeitos da erosão, acumulação de rejeito e modificações na qualidade da água (e.g. turbidez) sobre o habitat das espécies previamente identificadas na UC. Foram feitas observações e fotografias nos diversos ambientes presentes, além de inspeções na margem de corpos d'água.



Adicionalmente, foram feitas entrevistas com o objetivo de avaliar os relatos de gestores, funcionários e moradores do entorno da UC que presenciaram os efeitos do rompimento em períodos mais próximos ao evento, bem como obter informações sobre espécies de maior porte presentes, aumento da pressão de caça, pesca ou extração de madeira.

Os resultados da expedição foram adicionados ao diagnóstico com base em dados secundários, de forma a permitir, da melhor maneira possível, a avaliação dos impactos, a resposta às perguntas orientadoras e a proposição de programas de pesquisa considerados relevantes, bem como de medidas mitigatórias e compensatórias.

A metodologia de campo envolveu conversas com representantes do MONA Pico do Ibituruna, da comunidade acadêmica, da Fundação RENOVA e da sociedade civil, presentes na oficina realizada em Governador Valadares durante dois dias. Foram obtidos aí contatos e informações que guiaram a ida a campo para a coleta das informações sobre as espécies de mamíferos presentes, atividades de caça e outros impactos sobre a mastofauna, bem como a extensão da cobertura da lama nas áreas mais próximas à UC.

A ida a campo, durante um dia, foi feita com o apoio do IEF-MG. A área do MONA foi percorrida de carro, com paradas para observação da fauna e dos ambientes, e entrevistas com moradores e frequentadores. Utilizou-se o diagnóstico e as listas de espécies como base para as questões.

### **5.1.3 Meio Socioeconômico e Cultural e de Uso Público**

Os levantamentos em campo foram basicamente uma atividade exploratória e em alguns casos inédita, devido à carência de informações sobre uso de recursos e sobre os programas de uso público da UC. Há poucas informações consistentes sobre estruturas para práticas de visitação e lazer, centro de visitantes, áreas de recreação, sistema de hospedagem ou o manejo de trilhas, entre outras atividades, que comumente podem ser o ponto de partida da análise de um programa de uso público, quando da elaboração de um plano de manejo. O mesmo se repete em relação a informações sobre uso de recursos naturais ou mesmo experiências de manejo na UC ou em seu entorno.

Desta maneira, considerando os pressupostos e os objetivos do trabalho, concluiu-se que a expedição a campo contribuiu para o entendimento das práticas de uso dos recursos naturais e de lazer das comunidades do interior e entorno das UC. A imersão – ainda que rápida – dos pesquisadores na realidade das localidades previamente identificadas no diagnóstico e em mapas de uso da terra, levou à observação dos usos e das práticas de lazer nos espaços públicos locais disponíveis<sup>20</sup>. Deve-se destacar que parte destes espaços públicos disponíveis foi, direta ou indiretamente, afetada pelo rompimento da Barragem do Fundão.

As idéias de “interpretação da cultura” indicadas por Geertz (2001) embasam a fase de levantamento em campo. Para isso, o autor sugere que se faça uma “descrição densa” da cultura local, que possibilitaria uma

---

<sup>20</sup> O ideal é que a observação das práticas de lazer ocorra em finais de semana, feriados, férias. Porém houve necessidade de adaptações, em razão das condições concretas de realização da expedição.

interpretação sobre os significados das ações dos sujeitos nesta dada cultura. Esta estratégia é considerada fundamental para a compreensão dos aspectos relacionados à relação dos sujeitos com os “espaços naturais” em cada comunidade, em particular quanto ao uso dos recursos e ao lazer.

A idéia de uma “descrição densa”, tal como proposto por Geertz (op. cit.), traz no seu bojo a necessidade de imersão da equipe dos pesquisadores em cada comunidade de forma a apreender a cultura de cada comunidade. Para um trabalho de tal amplitude, no entanto, é necessário elevado tempo de contato com cada comunidade para se atingir o objetivo central.

Desta forma, embora não seja realizada uma “descrição densa” de cada comunidade, os trabalhos de observação realizados pela equipe foram construídos de forma a permitir que os principais aspectos relativos ao uso dos recursos e do tempo de lazer nas comunidades fossem verificados. Foi realizada, então, uma imersão tão profunda quanto possível a este tipo de investigação.

Considera-se aqui, como primeira aproximação para o entendimento das relações das comunidades com o “espaço natural” e práticas de lazer dos bairros do entorno, a ideia de cultura como uma teia de significados. Assim, as estratégias de observação se orientam para a busca e pela interpretação dos significados destas práticas, na sua “ausência” ou na sua “presença”. Essa estratégia permite verificar, por exemplo, que muitas práticas de lazer já acontecem nestas comunidades, estão portanto “presentes”, algumas inclusive na área da UC. E diversas outras práticas são desejadas, ainda são “ausentes”, e são reivindicadas como necessárias, de forma consciente pelos sujeitos entrevistados. Destaca-se aqui o simbolismo e o imaginário das comunidades do entorno da UC sobre suas concepções de natureza e ambiente e sobre o uso dos recursos e as práticas de lazer. Para Geertz (2001), o comportamento é uma ação simbólica, daí a importância de buscar sua identificação.

Posto desta maneira trabalha-se com referenciais similares ao proposto por Claval (2001) sobre o ressurgimento da Geografia Cultural. Para este autor, as técnicas tornaram-se demasiadamente uniformes para deter a atenção; e são as representações, negligenciadas até então, que merecem ser estudadas, resultando daí os “estudos dos papéis”. A reconstrução da Geografia Cultural passa, segundo Claval (op. cit.), pela busca do sentido dos lugares e da percepção que os povos que os habitam têm deles, ou seja, o espaço vivido.

É também possível pensar nesse arcabouço teórico pensado por Geertz (2001) e Claval (2001) ajustados à idéia de conservação da natureza, como o que preconiza a etnociência ou a etnoconservação.

Para Diegues (2000) pode-se falar em etno-bio-diversidade, isto é, a “riqueza da natureza, da qual participam os humanos, nomeando-a, classificando-a, domesticando-a”. Para esse autor, a biodiversidade pertence tanto ao domínio do natural e do cultural, mas é a cultura enquanto conhecimento que permite que as populações possam entendê-la, representá-la mentalmente, manuseá-la e, freqüentemente, enriquecê-la. O autor continua:

o que se propõe é a criação de uma nova ciência da conservação que incorpore o conhecimento científico e tradicional... [A Etnoconservação] é o estudo do papel da natureza no sistema de crenças e a adaptação do homem a determinados ambientes, enfatizando as categorias e conceitos cognitivos utilizados pelos povos em estudo. Pressupõe-se que cada povo possua um sistema único de perceber e organizar as coisas, os eventos e os comportamentos (DIEGUES, 2000, p.18-19).

Admitindo-se essas informações, é necessário entender o espaço vivido, focado nos usos e nas práticas de lazer das comunidades do interior e entorno da UC, realizado através de uma descrição tão densa quanto possível, ou dos “estudos dos papéis” dos sujeitos. Senão, pode-se incorrer em erros ou análises

descontextualizadas das ações, dos interesses, das representações, dos significados presentes nessas comunidades. Mais que isso, de acordo com os interesses da comunidade, é possível pensar em ações de etnoconservação como indicado por Diegues (2000).

Para complementar as observações e descrições de campo, foram realizadas entrevistas semi-estruturadas com as lideranças locais, formais e informais, como preconizadas por Ferreira (1996) e Brandon (1995). Os sujeitos, entendidos aqui como “lideranças”, nem sempre desempenham um papel de líder, no sentido formal, normativo, ou como se costuma entender. São antes sujeitos que, no decorrer da imersão dos pesquisadores e das observações realizadas<sup>21</sup>, são percebidos como portadores de informações relevantes sobre aspectos histórico-culturais relativos às práticas de lazer comunitárias.

Assim, as entrevistas com esses atores-chave visam apontar como se dão as práticas de lazer da comunidade e o processo de uso e ocupação da região. As informações visam a compreensão das causas, desenvolvimento e processo conflitual em curso – o rompimento da Barragem do Fundão – e de que forma eles entendem esta nova experiência em seu cotidiano, em sua relação com os recursos e sobretudo no seu tempo de lazer.

Os atores-chave representantes das comunidades locais entrevistados, também exercem o papel de mediadores entre os pesquisadores e a comunidade, diminuindo o impacto e o “estranhamento” entre a equipe e a comunidade (FERREIRA, 1996). Desta forma, as entrevistas abordaram o posicionamento e reivindicações dos atores-chave acerca do acesso e uso de recursos e de práticas de lazer e das restrições provocadas pela carga de sedimentos oriundos da Barragem de Fundão ou mesmo sobre a Unidade de Conservação na região.

A proposta da expedição portando, teve como objetivo principal a complementação de dados, o reconhecimento das UCs e das áreas afetadas *in locu* e a realização de entrevistas com gestores, moradores e usuários. Para a expedição e entrevistas foi desenvolvido um roteiro metodológico, tal como segue:

#### **Pontos e instituições a serem visitadas:**

- Pontos turísticos da UC;
- Pontos de interesse para verificação dos índices de nodalidade (cruzamentos entre estradas, ruas e trilhas);
- Setores censitários selecionados;
- Órgão gestor da UC;
- Representantes do trade turístico;
- Outros (indicados na oficina).

#### **Roteiro metodológico e protocolo de entrevistas**

Atores sociais locais das comunidades do entorno identificados a partir de informações dos gestores e participação nas oficinas de planejamento.

---

<sup>21</sup> Considerando as condições objetivas do trabalho, com tempo limitado para a imersão e observação, as lideranças podem ser indicadas pelos gestores ou outros atores regionais.

- Esclarecimentos metodológicos: explicar, em poucas palavras, o propósito do trabalho:
  - Rompimento da Barragem. Impactos. Medidas mitigatórias.
  - Unidades de Conservação. Planos de Manejo. Uso de recursos naturais. Programa de Uso Público.
  - “Manejo”: conciliar conservação ambiental e uso público da área.
  - Propostas para o uso da UC com a participação das comunidades do entorno.
  - Contribuição para o Programa de Uso Público: elaborado após as observações na comunidade, entrevistas, levantamentos das potencialidades, fragilidades e riscos ambientais da área e oficinas propositivas.
- Termo de Aceite – participação na pesquisa:
  - Os dados coletados serão usados para a identificação de impactos sobre a UC e para o planejamento do uso da UC com identificação dos informantes. Há também a possibilidade do entrevistado resguardar sua identidade, permitindo o uso dos dados sem sua identificação.
  - Os dados poderão eventualmente ser usados na elaboração de material científico (painéis, comunicações, artigos, dissertações, teses, livros) sem a identificação dos informantes.
  - O entrevistado terá acesso às partes transcritas que serão utilizadas no relatório (serão enviadas ao endereço fornecido).

## Roteiro de entrevista

Para cada entrevistado foi elaborado um roteiro com tópicos mais específicos.

- Identificação do entrevistado: nome, idade, endereço para envio do material transcrito a ser utilizado no relatório. Sua história com relação ao local, à UC, permitindo relato de história oral.
- Atentar para as transformações do espaço, do uso dos recursos e das práticas de lazer. Estimular a fala sobre estes aspectos.
- O lazer do entrevistado/sua família – práticas e locais.
- O lazer da comunidade: crianças, idosos, mulheres, adultos e jovens.
- Sua relação com o espaço da UC, antes e depois do rompimento da Barragem de Fundão (como, o que, onde, quando).
- A relação da comunidade com o espaço da UC, antes e depois do rompimento da Barragem de Fundão (como, o que, onde, quando).
- O que a Unidade de Conservação deveria oferecer à você/sua família/à comunidade.
- Material fotográfico: uso exclusivo para esse trabalho com citação de referências.

O roteiro de entrevista cumpre também o objetivo de compromisso ético com os sujeitos com relação a publicização e retorno das informações aos interessados.

Com relação às entrevistas, elas ocorreram, inicialmente, na oficina de apresentação do diagnóstico. Entrevistados na oficina podem sugerir outros entrevistados, conforme acontece na técnica da “bola de neve”<sup>22</sup>. Esta técnica faz uso:

---

<sup>22</sup> Descreve-se a situação ideal para aplicação da técnica. Eventuais alterações podem acontecer.

[...] de um pequeno grupo de informantes a quem é pedido que ponha o investigador em contacto com os seus amigos, os quais são subsequentemente entrevistados, pedindo-se-lhes igualmente que indiquem outros amigos a entrevistar, e assim por diante, até que uma cadeia de informantes tenha sido selecionada (BURGESS, 1997, p. 59).

Na cadeia de entrevistas oriundas da “bola de neve” sejam arguidos até três sujeitos abrangendo moradores do interior ou dos bairros vizinhos à UC. Com isso, espera-se uma saturação da amostra de informações. Para Moraes (2003), entende-se que a saturação é atingida quando a introdução de novas informações nos produtos da análise já não produz modificações nos resultados anteriormente atingidos. Isso implica em um processo de coleta e de análise paralelos, cuja viabilidade será avaliada no próprio campo e, se necessário, acontecerão adaptações, sem se abrir mão do rigor metodológico.

Assim, a expedição a campo, em cada Unidade de Conservação, considerando os diagnósticos iniciais, as contribuições da oficina de diagnóstico e as bases teóricas e os objetivos do trabalho, abrangerá:

- Observação para entender o cotidiano dos moradores, o uso dos recursos naturais e as práticas de lazer nos espaços públicos disponíveis para interação social<sup>23</sup>;
- Entrevistas com “lideranças” formais e informais sobre uso de recursos naturais e sobre as práticas de lazer da comunidade.

Os resultados foram sistematizados e analisados para compor o item relativo ao Meio Socioeconômico, Cultural e de Uso Público das Unidades de Conservação – Diagnóstico 2.

## 5.2 Avaliação de Campo Expedita

### 5.2.1 Meio Físico

A fim de verificar quais os aspectos do meio físico da área de estudo da UC MONA Pico do Ibituruna puderam ter sido impactados pelo fluxo de rejeito originado do rompimento da Barragem de Fundão, no dia 08 de fevereiro de 2019 foram realizadas visitas técnicas à locais estratégicos, dentro dos limites estabelecidos, para maior entendimento do contexto geral da paisagem, e capazes de representar o comportamento atual da hidrogeomorfologia do Rio Doce e seus tributários.

Os locais visitados foram identificados na Figura 14 e Tabela 41 pelo número do ponto que demarca sua posição geográfica por GPS.

---

<sup>23</sup> A observação das práticas de lazer acontecerá se a situação for propícia, por exemplo, final de semana.



Figura 14 – Localidades visitadas na área de estudo do MONA Pico do Ibituruna

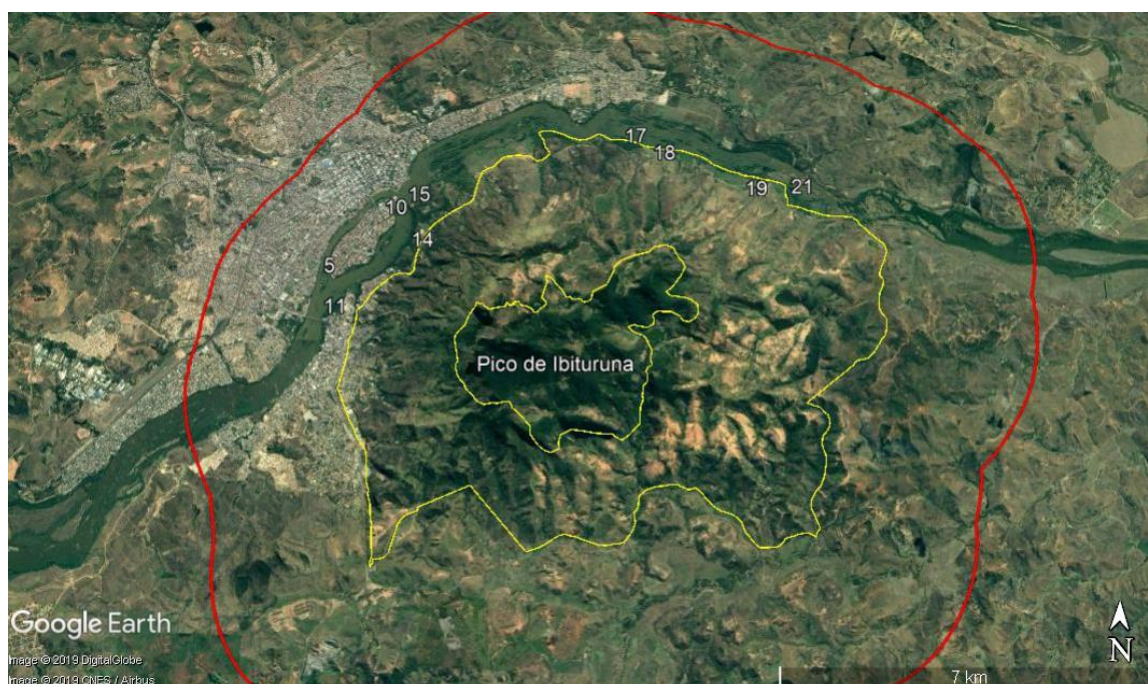


Tabela 41 – Coordenadas das localidades visitadas na expedição do MONA Pico do Ibituruna

Ponto	Identificação	Data	Elevação (Z)	Coordenadas UTM	
				Latitude	Longitude
5	Condomínio Delta. Ilha urbanizada de Governador Valadares	08/02/2019	125	189256,097396	7910345,000600
10	Farol ilha urbanizada de Governador Valadares	08/02/2019	154	190362,632939	7911884,373080
11	Estações fluviométricas (IGAM, PMQQSe CPRM)	08/02/2019	167	189099,839502	7909494,931850
14	Parque Municipal de Governador Valadares	08/02/2019	158	190705,909661	7911467,283130
15	Margem do Rio Doce no Parque Municipal de Governador Valadares	08/02/2019	155	190607,923418	7911912,594800
17	Riacho intermitente visto da estrada: leito assorado	08/02/2019	151	195461,377984	7913374,075060
18	Riacho intermitente visto da estrada: leito assorado	08/02/2019	151	195828,331909	7913283,892950
19	Riacho intermitente visto da estrada, presença de matacão no canal	08/02/2019	162	197733,160890	7912566,580860
21	Ponte sobre o Rio Doce a jusante da cidade de Governador Valadares, onde passa a linha de trem	08/02/2019	153	198453,205314	7912900,390690



Na área de estudo destacam-se na paisagem as relações estabelecidas entre o condicionamento litológico-estrutural, observado pela exposição do bloco rochoso Pico da Ibituruna com a drenagem principal do Rio Doce. Observa-se o forte controle estrutural da geologia no encaixamento e meandros do rio, sendo a conectividade entre os aspectos geológicos e hidrográficos marcados pelo modelado de um relevo acidentado no contato da rocha granítica exposta (o Pico da Ibituruna) com morros e colinas. Estes foram (e são) formados tanto pela deposição coluvial quanto por antigos terraços, gradualmente formados conforme o entalhe da rede hidrográfica da bacia do Rio Doce no embasamento rochoso.

Figura 15 - Contexto da paisagem da área de estudo, APE e MONA: Pico da Ibituruna na porção mais elevada do relevo, conectado à drenagem do Rio Doce por morros, colinas e pela planície fluvial (Governador Valadares, MG).



Em relação a geomorfologia fluvial, no trecho próximo ao Condomínio Delta, o Rio Doce é encaixado em um grande vale aberto, e assume uma largura média de 300 m, com formação de ilhas vegetadas, algumas urbanizadas. O fluxo é turbulento e a água possui aspecto avermelhado devido à grande presença de sedimentos finos (argila e silte) e nutrientes. Conforme caminha-se em direção a jusante, na altura do “Farol da Ilha” (margem esquerda) e do Parque Municipal de Governador Valadares (margem direita), o Rio se torna mais turbulento e se alarga, com estimativa média de 1000 metros de largura. Essa mudança ocorre, provavelmente, devido a mudanças do gradiente do canal e da profundidade, provocando o atrito mais intenso do fluxo de água com o leito rochoso. Na margem direita, dentro dos limites do Parque Municipal, a vegetação é conservada apesar de ser secundária. Porém, na margem esquerda (no Farol da Ilha), a vegetação é ruderal. A ocupação das margens do Rio Doce, dos córregos tributários e das ilhas urbanizadas provoca poluição do rio pelo despejo direto de esgoto. Ainda mais a jusante do Rio Doce, sobre uma ponte onde passa a linha do trem, a largura do rio se associa a ocorrência de grandes ilhas e afloramentos rochosos, o que faz com que nesse trecho a drenagem tenha um caráter dendrítico.

Figura 16 - Fotos do Rio Doce no trecho da área de estudo do MONA Pico da Ibituruna. Data 08/02/2019.



Além dos aspectos da paisagem e da geomorfologia fluvial, foram realizadas seis entrevistas semi-estruturadas com moradores, trabalhadores locais, técnicos do IEF e IGAM, responsáveis pela APE e que se disponibilizaram a acompanhar a expedição, e com o gestor do Parque Municipal de Governador Valadares, o qual está localizado dentro da Zona de Amortecimento do MONA do Pico da Ibituruna.

De acordo com os entrevistados, na época de chuvas (entre outubro a março), o Rio Doce fica mais avermelhado devido ao aumento dos sedimentos que são trazidos de outras áreas a montante da bacia. Sempre houve certa desconfiança sobre a qualidade das águas do rio, mas a população a utilizava para banho, pesca e consumo indireto, principalmente pós tratamento do SAAE. Com o rompimento da Barragem de Fundão, a coloração avermelhada da água, que até certo ponto era esperada nessa época do ano, se acentuou. Nos primeiros dias a água do rio tinha um odor ruim e quando se tomava banho com ela, provocava coceira.

Apesar da qualidade da água ter sido afetada, os entrevistados afirmaram que logo após o desastre, o fluxo de rejeito ejetado no Rio Doce não causou enchentes, inundações ou acúmulo de rejeito ou lodo na área de estudo imediatamente após a passagem da onda de elevada turbidez. Historicamente, quando o rio abaixa (tem seu fluxo reduzido) emergem para a superfície ilhas formadas por afloramento rochosos e depósitos fluviais. Estes depósitos são, em parte, formados por sedimentos originados também dos rios tributários, por exemplo o rio Rojão.

Porém, dois meses depois (janeiro de 2016), com o aumento das chuvas e a primeira cheia pós rompimento de Fundão, o acúmulo de lama foi grande e a água tinha um cheiro forte e diferente. Um exemplo foi os terrenos do Parque Municipal de Governador Valadares. Segundo o gestor do Parque, os sedimentos finos

carreados pelo fluxo do Rio Doce encobriram as ilhas, planícies e vales. Logo que a água rebaixou, o material depositado alcançava mais ou menos 20 cm de altura, e “afundava-se o pé” em um material extremamente fino (siltoso e argiloso) até mais ou menos 20 cm de profundidade. O acúmulo de lama provocou a morte dos líquens nas árvores e das plantas mais novas. Com o tempo, grande parte dos sedimentos que haviam se depositado foram sendo removidos pelas águas das chuvas e do próprio Rio Doce, outra parte foi sendo gradualmente incorporada pelo ecossistema. As marcas da deposição dos rejeitos podem ser visualizadas nas copas das árvores e na coloração das folhas da vegetação que ocupa a planície fluvial.

Figura 17 - Fotos das marcas do rejeito no caule das árvores e nas folhas da vegetação localizada na planície fluvial do Rio Doce, Parque Municipal de Governador Valadares (MG), em 08/02/2019.



Técnicos do IEF/MG de Governador Valadares afirmam que com a chegada do rejeito, a calha do Rio Doce foi devastada e todos os peixes morreram. O acúmulo de sedimentos aconteceu na barragem de Baguari, onde alguns lugares foram assoreados e hoje não se tem mais condições de navegabilidade. Na Zona de Amortecimento da UC, há muito tempo esse trecho do Rio Doce apresenta pouca profundidade, sem condições de navegabilidade. Em alguns locais chega a 80 cm aproximadamente. Quando aconteceu o rompimento da barragem, a APARD (Associação dos Pescadores e Amigos do Rio Doce) acompanhou o curso das águas desde Governador Valadares até Regência, onde o Rio Doce desagua. E o que mais se observou foi a mortandade de capivaras, cagados e, principalmente, de peixes.

A cor amarelada/ vermelha é normal nessa época do ano, porém, com o aumento das chuvas, há a remobilização de sedimentos de fundo, fazendo aumentar a turbidez e mudar a coloração da água. Na época de seca a cor da água do Rio Doce costuma ficar bem clara, mas nos últimos dois anos ela se apresentou mais amarelada. Apenas na última estação seca (meio do ano de 2018) é que a cor da água voltou ao seu aspecto usual: claro durante o período. A areia carreada pelo rio está encobrindo a lama de rejeito, mas quando a vazão aumenta, essa areia é carreada e a lama é novamente revolvida. Não houve depósitos de rejeito nessa área, nem no Rio Doce e afluentes. Apenas no rio Suaçuí Grande (fora da área em estudo) onde o remanso do rio é mais forte, teve formação de bancos de sedimentos.



Relatos de vários entrevistados denotam que a captação de água de poços se elevou. Moradores e trabalhadores locais afirmaram que apesar dos terrenos do Pico da Ibituruna não ter sido diretamente impactada pelo rompimento da Barragem de Fundão, o aumento da captação e consumo das águas das nascentes e córregos locais foi um impacto indireto na área, além do aumento da especulação de terras.

Técnicos do IGAM/MG ressaltaram que apesar de se saber que houve aumento de captações de nascentes e poços artesianos, os dados de outorga não demonstram claramente o crescimento desses números pós rompimento da Barragem de Fundão. Segundo o técnico, a cobrança efetiva pelo uso da água se iniciou pós o rompimento da barragem de Fundão. Outra questão é que o processo de outorga é lento e burocrático, e com isso, hoje (08/02/2019) existe um passivo de 1500 processos de outorga para uso de águas subterrâneas, nascentes e outros mananciais que estão em análise. Alguns processos foram iniciados a três anos, e só agora foram aprovados e registrados no banco de dados dos órgãos públicos.

Como proposta de remediação de impactos, os entrevistados disseram que o quê poderia ser feito seria recuperar a mata ciliar. A região já é muito degradada, os rios são muito assoreados, então, poderia ser feita a recomposição da mata ciliar do Rio Doce e tributários. Tal medida reduziria os processos erosivos nos terrenos da UC e sua Zona de Amortecimento e, também, a carga de sedimentos carregada para os rios.

## 5.2.2 Meio Biótico

### Vegetação

A expedição esteve em visita ao MONA Pico do Ibituruna (Figura 18 e Figura 19) no dia 8 de fevereiro de 2019, atestando-se a classificação da vegetação como Floresta Estacional Semidecidual. Pôde-se constatar que a vegetação apresenta predominância de espécies pioneiras e secundárias iniciais, se encontrando assim em estágio de inicial a médio de regeneração.

Há presença de construções e chácaras, além de pasto para gado. Em algumas áreas, a vegetação encontra-se degradada e pastagens em situação precária com solos degradados, erosão laminar em consequência do super pastoreio e queimadas constantes.

Na construção da Linha de Base não foram listadas espécies vistas ocorrendo com frequência na área florestada da UC e tantas outras que necessitam passar por identificação botânica através de um levantamento florístico completo. Segundo a fiscal da UC, há reconhecimento do IEF aos moradores que preservam e restauram áreas de vegetação de suas propriedades.

A possibilidade da vegetação terrestre no interior do MONA Pico do Ibituruna ter sofrido alguma alteração por conta da lama pode ser considerada mínima, segundo pôde ser observado na avaliação de campo, pois não houve extravasamento do Rio nesse trecho.

Já na Zona de Amortecimento e na calha do Rio Doce, pode ter ocorrido mortalidade de macrófitas e herbáceas logo após a passagem da lama de rejeitos.

Assim como foi observado, no Parque Municipal de Governador Valadares (o qual faz parte da Zona de Amortecimento), houve deposição de sedimentos finos em terrenos próximos à margem do Rio Doce após o aumento das chuvas e a primeira cheia pós rompimento da barragem em meados de janeiro de 2016. Tais sedimentos chegaram a 20 cm de altura, atingindo as plantas herbáceas e caules de árvores e arvoretas. Com o tempo grande parte do sedimento foi sendo levado pelas chuvas ou incorporado ao solo. Segundo o gestor do parque, houve mortalidade da vegetação herbácea na ocasião da deposição e dos líquens nos caules das árvores, mas quando da nossa visita, já haviam renascido as herbáceas. Porém, a região de ocorrência dos líquens nos caules, não foi recolonizada por eles. O que ficou, foram marcas da deposição nos caules das árvores e folhas de plantas mais baixas (Figura 17).

Figura 18 - Vista do Pico da Ibituruna.



Figura 19 - Fragmento florestal e pasto no MONA Pico do Ibituruna



## Mastofauna

Apesar de sua proximidade com a área urbana de Governador Valadares, e a presença de casas, estrada e torres de telefonia, o MONA ainda apresenta áreas de floresta secundária e capoeira que potencialmente abrigam fauna nativa. Durante a oficina, a visita de campo e a conversa com funcionários do IEF foi possível determinar quais as espécies de mamíferos de médio e grande porte, e ainda algumas espécies de pequenos mamíferos, ainda persistem no MONA Pico do Ibituruna. A tabela abaixo (Tabela 42) sumariza estas informações.

Tabela 42 - Espécies de mamíferos de médio e grande porte registrados durante visita de campo, através de entrevistas com moradores e funcionários e identificadas através de e fotos

Táxon	Nome vulgar	IUCN	BR	MG
<b>Ordem Rodentia</b>				
<b>Caviidae</b>				
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	capivara	LC		
<b>Cuniculidae</b>				
<i>Cuniculus paca</i>	paca	LC		
<b>Dasyproctidae</b>				
<i>Dasyprocta leporina</i>	cutia	LC		



<b>Erethizontidae</b>				
<i>Coendou prehensilis</i>	ouriço	LC		
<b>Ordem Lagomorpha</b>				
<b>Leporidae</b>				
<i>Sylvilagus brasiliensis</i> *	tapiti	LC		
<b>Ordem Cingulata</b>				
<b>Dasypodidae</b>				
<i>Cabassous tatouay</i>	tatu de rabo mole	LC		
<i>Dasypus novemcinctus</i>	tatu-galinha	LC		
<i>Dasypus septemcinctus</i>	tatuí	LC		
<i>Euphractus sexcinctus</i>	tatu-peba	LC		
<b>Ordem Pilosa</b>				
<b>Bradypodidae</b>				
<i>Bradypus variegatus</i>	preguiça	LC		
<b>Myrmecophagidae</b>				
<i>Tamandua tetradactyla</i>	tamanduá-mirim	LC		
<b>Ordem Carnivora</b>				
<b>Canidae</b>				
<i>Cerdocyon thous</i>	cachorro-do-mato	LC		
<b>Felidae</b>				
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	jaguarundi	LC	VU	
<i>Leopardus pardalis</i>	jaguaririca	LC		VU
<i>Leopardus guttulus</i> *	gato-do-mato-pequeno	LC	VU	VU
<b>Mustelidae</b>				
<i>Eira barbara</i> *	irara	LC		
<i>Galictis cuja</i> *	furão	LC		
<i>Lontra longicaudis</i>	lontra	NT		VU
<b>Procyonidae</b>				

<i>Nasua nasua</i>	quati	LC		
<i>Procyon cancrivorus</i>	mão-pelada	LC		
<b>Ordem Primates</b>				
<b>Cebidae</b>				
<i>Callithrix penicillata</i>	mico-estrela			
<b>Pitheciidae</b>				
<i>Callicebus personatus</i>	guigó	VU	VU	EN

\* espécies não mencionadas em entrevistas, mas que potencialmente ocorrem no MONA Pico do Ibituruna com base no tipo de vegetação e habitats disponíveis.

Além das espécies listadas acima é possível que ocorram algumas não mencionadas, por terem hábitos mais discretos: o tapeti (*Sylvilagus brasiliensis*), o gato do mato pequeno (*Leopardus guttulus*), a irara (*Eira barbara*) e o furão (*Galictis cuja*), embora ausentes da lista de registro, podem eventualmente ocorrer, embora em baixas densidades.

Foram reportados como ausentes do MONA Pico do Ibituruna diversas espécies de mamíferos de maior porte, que dependem de florestas bem preservadas e/ou que normalmente sofrem pressão de caça: a anta (*Tapirus terrestris*), a onça parda e a pintada (*Panthera onca* e *Puma concolor*), o veado-catingueiro (*Mazama guazoubira*), o cateto (*Pecari tajacu*), e três das espécies de primatas, o guariba (*Alouatta guariba*), o mono carvoeiro ou muriqui do norte (*Brachyteles hypoxanthus*) e o macaco prego (*Sapajus nigritus*). Especificamente no que diz respeito aos primatas, a descrição dos saguis existentes no MONA Pico do Ibituruna aponta a ocorrência do mico-estrela (*Callithrix penicillata*), e não das espécies de sagui-da-serra, mais exigentes em termos de qualidade ambiental.

As duas espécies de canídeos consideradas quase ameaçadas em nível mundial (NT) pela IUCN, o cachorro do mato vinagre e o lobo guará, não foram reportados como ocorrendo no MONA Pico do Ibituruna, e de fato notou-se, durante a visita de campo, que não existem ambientes adequados para a utilização por estas duas espécies na região. Sendo assim, apenas o cachorro do mato (*Cerdocyon thous*), mais generalista, estaria presente. Outra espécie ameaçada que não deve ocorrer na região é a preguiça-de-coleira, *Bradypus torquatus*. Por outro lado, durante as entrevistas foi reportada a ocorrência de quatro espécies de tatus, listadas acima.

A ariranha (*Pteronura brasiliensis*) e o tatu-canastra (*Priodontes maximus*), estão extintos na região já há tempos. A lontra (*Lontra longicaudis*), cuja ocorrência havia sido considerada improvável, foi reportada no MONA Pico do Ibituruna por diferentes fontes, e portanto, considerada como ocorrendo na área. Devido às diversas pequenas represas construídas nos condomínios da região, sua presença é de fato bastante provável, já que esta espécie é conhecida por povoar reservatórios e tolerar a influência humana.

Sendo assim, a lista de espécies de mamíferos de médio e grande porte para o MONA Pico do Ibituruna consiste em 22 espécies, todas elas resistentes à influência antrópica. Foram reportados problemas na região com o grande número de quatis, e existem também relatos de caça de algumas das espécies listadas.

Com relação aos pequenos mamíferos, apenas duas espécies comuns e de maior porte de marsupiais foram reportadas: o gambá-de-orelha-preta (*Didelphis aurita*) e a cuíca-de-quatro-olhos (*Philander opossum*). Não há informações adicionais sobre a ocorrência de espécies de pequenos roedores ou de quirópteros, portanto, o conhecimento sobre estas espécies baseia-se nas monografias sobre mamíferos do Pico do Ibituruna que envolveram coletas de exemplares, já mencionadas no diagnóstico. As amostragens feitas no âmbito do monitoramento de fauna por empresas responsáveis pela avaliação dos impactos do rompimento da barragem de Mariana não abrangem a região do Pico do Ibituruna ou o município de Governador Valadares.

## Avifauna

Durante a visita técnica ao Pico do Ibituruna para reconhecimento da área, no período da manhã foram percorridas de carro algumas das principais estradas locais, sendo realizadas várias paradas para a verificação de pontos chave ao longo de todo o gradiente altitudinal da área, isto é, desde o Pico do Ibituruna até as margens do Rio Doce. Durante a visita aproveitou-se para coletar alguns dados primários de maneira oportunista, sendo registradas todas as espécies de aves que foram escutadas vocalizando e/ou observadas com o auxílio de binóculos. Toda a área encontra-se altamente impactada pela ação antrópica, sendo as pastagens degradadas o principal uso do solo observado. Em diversos pontos foram observados processos erosivos severos e em outros as pastagens encontram-se tão empobrecidas que exibem sinais claros de desertificação. As poucas áreas florestadas remanescentes são pequenas, isoladas e altamente degradadas.

Os breves trabalhos de campo conduzidos permitiram registrar 65 espécies de aves no local, o que juntamente com os trabalhos anteriores de Marcos Vinícius de Freitas, elevam para 94 o total de espécies registradas na área. Esses dados, que estão compilados no Anexo II, confirmam a ideia de que diversos representantes da avifauna originalmente encontrada nas baixadas do Rio Doce foram extintos localmente. Tais extinções foram causadas por décadas de desmatamento, fragmentação e degradação do habitat, introdução de espécies exóticas, fogo e caça, entre outras fontes de distúrbio antrópico.

## Herpetofauna

O principal objetivo da expedição foi avaliar em campo a extensão dos possíveis impactos do rompimento da Barragem de Fundão sobre os habitats utilizados pela herpetofauna. Nesse sentido, foram percorridas, de carro, as principais estradas da UC. Paradas foram realizadas em pontos estratégicos que permitiam a observar os ambientes e paisagem locais, especialmente aqueles localizados próximos às margens do rio e, por isso, potencialmente mais afetados pelo rompimento. Durante a expedição foi confirmado, assim como apontado no diagnóstico, que a vegetação, de forma geral, encontra-se degradada com predominância de pastagens em situação precária, com solos degradados, e fragmentos de florestas em estágios iniciais de regeneração. As observações em campo corroboraram as constatações feitas no diagnóstico de que, de maneira geral, a herpetofauna da UC é provavelmente representada por espécies típicas de ambientes abertos, incluindo espécies comuns e frequentemente associadas a ambientes alterados e ecologicamente pouco relevantes, além de táxons que apresentam dependência de ambientes florestais e ocorreriam apenas em ambientes de floresta ou em sua borda. Sobre os impactos, confirmou-se que nesse trecho do rio praticamente não houve o extravasamento de lama para fora da calha do rio. Portanto, os impactos diretos relacionados ao rompimento da barragem, mantiveram-se restritos à calha e margem imediata do rio.

Os dados fornecidos pela Fundação Renova, relativos à amostragem da campanha de seca da empresa Bicho do Mato, registraram, para Governador Valadares, apenas uma espécie de quelônio, o cágado *Phrynops geoffroanus*. Essa é uma espécie comum, de ampla distribuição geográfica e o seu registro não altera o diagnóstico, tão pouco a avaliação de impactos realizada.

## Ictiofauna

Para o grupo da ictiofauna o objetivo principal da expedição ao MONA Pico do Ibituruna, foi encontrar, caracterizar e analisar a estrutura dos corpos d'água presentes dentro da unidade, no entorno da mesma (Zona de Amortecimento) e suas confluências com o Rio Doce, afim de verificar impactos diretos, indiretos e potenciais, resultantes ou não do rompimento da Barragem de Fundão, bem como a possibilidade de fluxo (natural ou forçado) de indivíduos das espécies de provável ocorrência, entre esses ambientes. Além disso, o levantamento visual das características desses corpos d'água, nos possibilitaram algumas especulações direcionadas, com relação às funções ecológicas presentes nos mesmos e, em alguns casos, aos grupos que poderiam estar presentes desempenhando essas funções.

Esta Unidade de Conservação tem uma característica muito peculiar, em sua Zona de Amortecimento (ZA) está outra UC, a APE Pico do Ibituruna, desta forma em parte da ZA as características de alguns corpos d'água lóticos de pequeno porte, eram extremamente parecidas com as do interior da unidade. Os riachos eram bastante escassos dentro da unidade, mas se dividiam em dois grupos, os encachoeirados e bastante declivosos, com leito rochoso (na maioria das vezes escavado em rocha matriz), canal bem definido e indicações claras de pulsos de inundação rápidos e intensos (Figura 20), presentes em locais com menos alterações antrópicas, e os represados artificialmente. Esse último grupo tinha como características principais a proximidade a locais de intensa atividade antrópica, bem com a presença de espécies introduzidas (alóctones e exóticas) com o objetivo claro de fomentar atividades de pesca recreativa e, em alguns casos, fornecer beleza cênica aos locais de visitação, hospedagem e recreação, nos quais estavam inseridos. Não foi localizada nenhuma poça natural, temporária ou permanente, tais ambientes também não foram citados em relatos de moradores locais e empregados da unidade, o que era esperado, dada a conformação do relevo da unidade.

Figura 20 – Riacho encachoeirado localizado na interface ente o MONA e a APE Pico do Ibituruna



Figura 21 – Represamento artificial localizado na Zona de Amortecimento do MONA e no dentro da APE Pico do Ibituruna



Uma parte dos corpos d'água localizados na Zona de Amortecimento (alguns dos que estavam na APE) mantinham as mesmas características dos descritos acima. Os encontrados fora da área da APE, por sua vez, estavam todos inseridos em propriedades privadas, apresentavam zonas ripárias bastante alteradas (por muitas vezes com mata ciliar ausente), além de sucessivos barramentos impedindo o fluxo natural. Diferente dos represamentos visitados dentro da UC, os presentes na Zona de Amortecimento tinham como objetivo principal o armazenamento e captação de água, para diversos usos, mas principalmente para consumo humano e por animais, irrigação, criação de espécies de peixe nativas e introduzidas.



Por conta desses diversos barramentos, as confluências com o Rio Doce eram praticamente inexistentes, dado que mesmo na época chuvosa (período no qual a expedição foi realizada), não havia input natural de água suficiente, para que a mesma transpusesse as pequenas barragens e chegasse a calha principal, o que ocorria apenas em eventos de chuva e com a mesma duração dos mesmos.

Como esperado, por conta da dificuldade de identificação taxonômica precisa apenas através de observação e o uso de nomes populares generalistas (que abrangem muitas espécies, muitas vezes de gêneros e famílias diferentes), não foram acrescentadas novas espécies a listagem e a maior parte das informações levantadas por entrevistas, precisaram ser tratadas de forma superficial, não gerando novas ocorrência, ou confirmando as potenciais. Vale salientar que não constam no plano de monitoramento que nos foi fornecido, pontos de amostragem que abranjam tributários do Rio Doce, suas desembocaduras e pequenos riachos presentes na unidade conservação, sendo assim, a informação precisa com relação a espécies, grupos taxonômicos e guildas tróficas, presentes nesses ambientes, não está sendo levantada.

### **5.2.3 Meio Socioeconômico e Cultural e de Uso Público**

A expedição ao MONA ocorreu no dia 08 de fevereiro de 2019. A equipe foi acompanhada pela Coordenadora Regional de Unidades de Conservação Rosane Andrade e pelo monitor ambiental do MONA Raphael Fonseca.

Foram realizadas as seguintes entrevistas:

- Senhor Elias e senhora Iracema Nobre – moradores do Córrego da Brejaúba
- Senhor Patrik e sua mãe senhora Santa – Derribadinha
- Senhora Viviane – Pousada Vale Silvestre

Durante a expedição de campo, a equipe transitou pela estrada vicinal de terra que contorna o MONA e a APE Pico do Ibituruna, estrada que é também o limite da Zona de Amortecimento das UCs. A estrada é conectada à rodovia BR-116 próximo aos bairros de Astorga, Vila Isa e Jardim Ipê. Trata-se de uma conexão de rodovia de fluxo intenso para estrada de terra em más condições de tráfego, com índice nodalidade 3, conforme Mapa 17. Nesse setor, a estrada atende ao Bairro de Brejaúba, situado entre ela (estrada) e as UCs, no setor sudeste e leste das UCs. É comum a queixa, entre os sitiantes, do estado de conservação da estrada, posto que a prefeitura faz a manutenção remediativa, só quando ocorrem os problemas de inundação ou outros problemas em seu leito carroçável. Na Figura 22 observa-se a paisagem visto da estrada.



Figura 22 - Paisagem da Estrada da Brejaúba



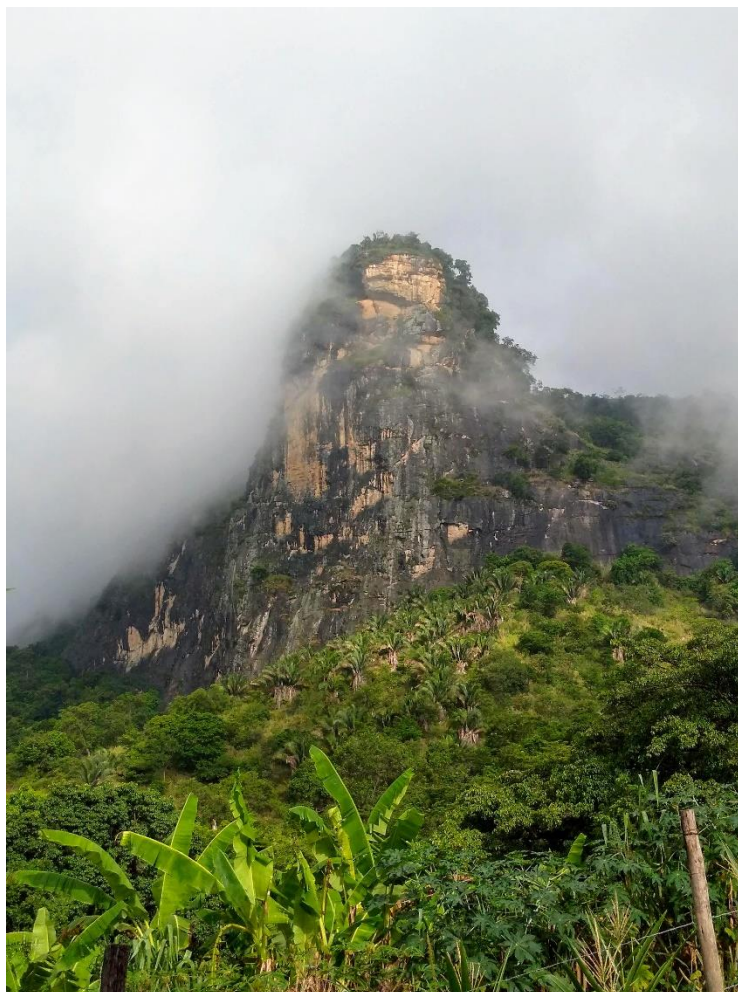
Em seu setor inicial, no bairro de Brejaúba, a paisagem da estrada é composta por pequenas propriedades rurais que produzem hortaliças e legumes. O bairro de Brejaúba está localizado em uma posição de meia encosta, no segmento de vertente dos morros que compõem o Ibituruna, mais junto ao fundo de vale dos principais rios da região, como o Rio Traíras, que é afluente do Rio Doce.

O relevo nesse setor é constituído por declividades medias onde se assentam as produções rurais, suavizando-se em direção ao fundo do vale (Figura 23, Figura 24). Em oposição, nos segmentos mais altos da vertente o relevo apresenta-se com fortes declividades, onde ocorrem afloramentos rochosos como a Pedra da Brejaúba (Figura 25).

Figura 23 - Paisagem rural de um bairro camponês, no trecho inicial da estrada do Brejaúba



Figura 24 - Pedra da Brejaúba



A Comunidade Córrego Brejaúba conta, segundo informações colhidas em campo, com aproximadamente 150 pessoas, distribuídas em cerca de 40 casas. A água utilizada para consumo e produção vem das nascentes, coletada e distribuída por meio de mangueiras.

Com relação aos efluentes domésticos, no bairro há sistema de captação de esgotos por fossas com sumidouro. Não há, assim, sistema de coleta e afastamento do esgoto pelo serviço público. O lixo produzido é coletado pelos moradores da vila que deixam-no junto ao salão da igreja evangélica do bairro (Figura 25) para a prefeitura realizar a coleta quinzenalmente.

Figura 25 - Igreja evangélica do Bairro do Brejaúba. Ponto de coleta do lixo da comunidade



Importante destacar que não há igrejas católicas no bairro, nem templos de outras religiões. Como a única igreja do bairro é uma evangélica, destaca-se o forte processo de evangelização da comunidade. Tal fato pode influenciar mudanças nos hábitos locais e na relação da comunidade em suas tradições e festividades, que podem rebater no uso de recursos, como observado em outras comunidades. Contudo, isso merece uma pesquisa suplementar.

O envolvimento da comunidade local com a lida na terra é descrito por morador local:

O povo aqui mexe com cultura, com gado, com planta. Tem casa que o marido mexe com boi e a mulher mexe com verdura. Todo mundo mexe mais é com cultura. É mais cultura mesmo. (...) O pessoal aqui tem vida sofrida, nem de domingo descansa. Tem um irmão ali que trabalha de sol a sol, de domingo a domingo. Não para pra descansar<sup>24</sup>.

Ainda que seja muito elogiada a quantidade e qualidade da água na localidade, a fala de uma entrevistada denota preocupação com o recurso natural:

Antigamente se plantava banana, mandioca e tudo que se plantava dava com a chuva que Deus mandava. Hoje, tem que aguar.(...) Fizemos um depósito de água lá em cima, eu mais o meu menino mais velho, pra ter irrigação. Mas se Deus não manda essa chuva que mandou, nós ia ficar sem água. A água é ótima pra beber<sup>25</sup>.

Foi relatada a existência pretérita de um projeto de recuperação ambiental no bairro. No período em que ocorreu, foi comandado, no dizer dos entrevistados, por Perdigão e depois com o filho dele. A razão do encerramento do projeto não está clara para os envolvidos e uma das hipóteses aventadas por eles é que houve cumprimento da meta de recuperação.

<sup>24</sup> Comunicação pessoal, "Seo Elias", obtida em campanha de campo em 08 de fevereiro de 2019.

<sup>25</sup> Comunicação pessoal, "Dona Iracema", obtida em campanha de campo em 08 de fevereiro de 2019.



Tinha muita área de erosão, semeou com braquiária, tinha uma turma que plantava. Agora pararam. O lugar degradado já melhorou bastante. O povo fala que onde tem árvore, muita árvore, é bom pra ter água<sup>26</sup>.

Os moradores do bairro se organizam em uma Associação de pequenos agricultores que presentemente é responsável pelo abastecimento de supermercados e escolas do município de Governador Valadares. Quase todos os moradores fazem parte da Associação. O destaque é que a Associação permite ainda que tal bairro remanesça com função agrícola, com uma paisagem das pequenas produções daqueles vegetais, mas também com algumas plantações de coco, entremeadas a matas nativas em diversos estágios de regeneração, predominando o inicial. A Associação ganhou a licitação para fornecimento de alimentos à prefeitura para o ano de 2019, fato que garante minimamente a reprodução do bairro com vocação rural. A Figura 26 traz o casal de pequenos produtores, sr. Elias e sra Iracema.

Figura 26- Moradores da comunidade Córrego da Brejaúba, com a Pedra da Brejaúba ao fundo



A checagem em campo apontou que remanesce uma comunidade autenticamente agrícola em área que também tem um apelo para as práticas de lazer e turismo, dado que junto ao bairro Córrego da Brejaúba, em destaque na paisagem, há a Pedra do Brejaúba (Figura 27), que tem atraído grupos de escaladores/as. Um grupo de Governador Valadares opera as visitas à área com predomínio de moradores do município aficionados pela prática de alpinismo/escaladas, mas também organiza visitas com pessoas oriundas de outros municípios da região. Relatos do Sr. Rafael, monitor ambiental do IEF-Mona, indicam que o local também é frequentado por visitantes de outras regiões e, em menor ocorrência, até internacionais.

---

<sup>26</sup> Op cit.

Figura 27 - Pedra do Brejaúba, muito frequentada por escaladores locais.



Segundo os moradores sr. Elias e dona Iracema, a origem das escaladas na pedra da Brejaúba data de aproximadamente 20 anos, por iniciativa de um professor da Univale. A vinda de alpinistas foi bem acolhida pela comunidade.

Essa pedra tem 3 escalagens. Vem gente de Belo Horizonte. Eles gostam de lugar difícil. Quem criou a escalagem aqui era o professor físico, da Univale, morava aqui, dava aula (...) faz uns 20 anos, de 15 a 20. Vinha de 60 a 70 pessoas. (...) A minha nora ali em cima, ela faz bolo, café para eles. Meu menino fez uma planagem assim, e tampou de folhas, a folha não deu certo ele tirou e tampou de telha. Um balcão grande com tabua mais grande que essa cozinha e ali que eles comem, tomam café. Quando eles vem ligam pra ela (...). Quando quer dormir, traz barraca e arma a barraca lá no mato<sup>27</sup>.

Nesse sentido, o bairro e esta Pedra configuram-se como importantes áreas na Zona de Amortecimento das UCs para o uso público e para manutenção de um bairro camponês no município. Tais usos configuram-se como de baixo impacto negativo para as UCs, pois eles não têm alterado os fluxos ecológicos na região. Por exemplo, os moradores do bairro relatam a presença de mamíferos de grande porte e topo de cadeia alimentar, como a onça parda, que, segundo os relatos tem sido avistada na área.

Importante destacar que a principal reivindicação dos moradores do bairro é a melhoria da estrada. Esta só pode ser transitada com o uso de veículos 4x4, vide Figura 28.

---

<sup>27</sup> Comunicação pessoal, “Sra. Iracema”, obtida em campanha de campo em 08 de fevereiro de 2019

Figura 28 - Estrada do Brejaúba em seu trecho mais inadequado. Monitor ambiental do MONA analisando o leito da estrada para passagem do veículo 4x4.



É preciso avaliar a complexidade desta situação, pois a manutenção da estrada ou mesmo sua perenização por asfalto ou outro material, pode desencadear um processo de valorização do espaço, tendendo a conversão desses usos ainda agrícolas para áreas urbanas ou de chácaras de final de semana. Um trabalho de ordenamento do território ao longo da estrada merece ser realizado a fim de evitar que os sitiantes fiquem a mercê da especulação imobiliária, que já é intensa na área. Trabalho esse que considere o desdobro dos lotes e a manutenção da função agrícola.

No setor leste, a partir do final do bairro de Brejauva, destaca-se, além do uso das chácaras para as práticas de lazer, também a utilização de motocicletas de enduro e *trail*, assim como os praticantes de mountain-bike. É notável o impacto negativo das trilhas de motocicletas, que cortam perpendicularmente os morros da região, desencadeando processos erosivos, vide Figura 29. Parece haver conflitos de usos dos praticantes do motocross, com os moradores e proprietários das chácaras, destacado por avisos em porteiras de fazenda para reduzirem a velocidade e manterem as porteiras fechadas – vide Figura 30. Nas entradas de todas as chácaras há indicação, além do aviso de respeito aos moradores, também indicações dos acessos para os circuitos de mountain-bike e de motocross. Tal fato indica o uso de lazer na região, com aficionados por estas modalidades dirigindo-se para a região nos finais de semana para tais práticas. Um plano de ordenamento dessa atividade merece ser implantado pelo IEF e demais órgãos de gestão da área a fim de dirimir os impactos socioambientais destas práticas.



Figura 29 - Estrada do Brejaúba. Em destaque, trilha aberta por aficionados por MotoCross, cortando perpendicularmente o traçado dos morros e desencadeando processo erosivos.



Figura 30 - Porteiras de fazendas da região, com sinalização de alerta a praticantes de MotoCross.



Mais adiante pela estrada, a situação muda. O bairro camponês dá lugar ainda a uma paisagem rural, mas o uso nas adjacências do Rio Traíras (Figura 31) se volta para chácaras de lazer/de final de semana, algumas grandes propriedades e pequenas comunidades. Todo esse trecho é próximo ao Rio Traíra. Quando a estrada chega na linha do trem da EFVM inicia a Comunidade Derribadinha.

No percurso, a população residente é constituída, principalmente, por caseiros das chácaras. Tal situação vai caracterizar essa porção leste da APE e da Zona de Amortecimento do MONA até uma ponte inacabada sobre o rio Traíras que ligaria a região ao município de Tumiritinga. Em razão da ruptura de acesso, para alcançar este local, os usuários da estrada e moradores dos bairros necessitam se dirigir até a conexão inicial da estrada com a BR-116.

Figura 31 - Rio Traíras, principal afluente do Rio Doce, no setor leste da área de estudo



A partir da ponte inacabada para Itumiritinga, a estrada atinge a porção norte da Zona de Amortecimento, e adentra uma grande planície, onde o tráfego por veículos sem tração é possível. Nesse setor, a estrada também tem seu traçado paralelo ao da Ferrovia Vitória Minas, com tráfego intenso de comboios carregados com minério de ferro, com frequência em torno de 30 minutos. Há dois trens de passageiros por dia – um que sai pela manhã de Belo Horizonte (MG) e outro que sai também de manhã, mas no sentido contrário, de Vitória (ES). Da região até Vitória, o tempo médio no trem de passageiros é de 7 horas. Mas o que caracteriza este setor é o trem de minério, com seu apito frequente e ruídos na área. Faz parte da paisagem esses ruídos e as travessias da linha férrea com placas de orientação para prevenção de acidentes, conforme Figura 32.

Figura 32 - Estrada de terra limite da Zona de Amortecimento, na região de Derribadinha às margens da ferrovia Vitória-Minas, com trens carregados de minério



Do ponto de vista dos usos, além da presença importante da ferrovia e agora do Rio Doce, a paisagem se caracteriza por fazendas e chácaras de final de semana para lazer (vide Figura 33). Próximo à comunidade de Derribadinha há um haras com produção de cavalos, como Mangalarga e Marchador. A comunidade local é constituída ainda por caseiros.

Figura 33 - Paisagem do setor norte da estrada de terra – limite da Zona de Amortecimento. Notar o Rio Doce e sua planície de inundação, o comboio de trem de minério e as fazendas com pastagens

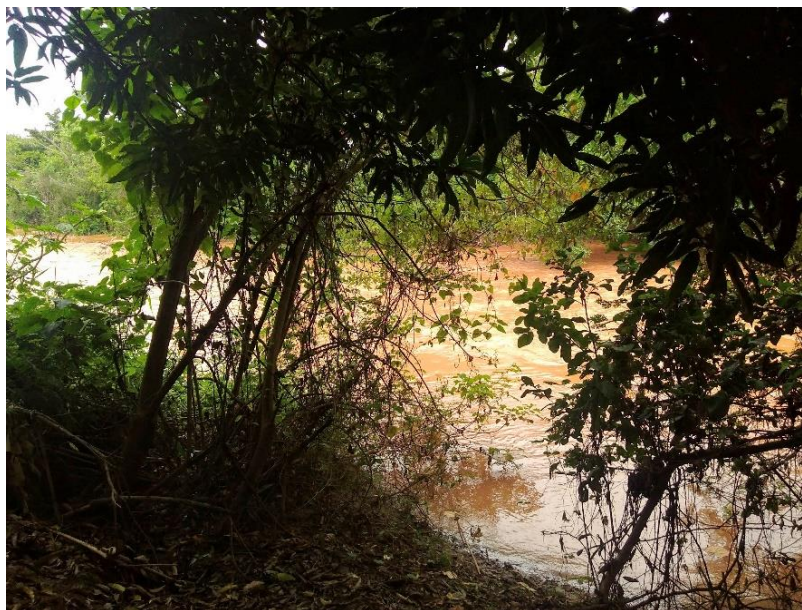


Esse setor norte da estrada de terra que limita a Zona de Amortecimento das UCs, tem no bairro de Derribadinha<sup>28</sup> sua principal ocorrência de moradores, entre a linha do trem e o Rio Doce. O bairro de Derribadinha é um grupamento de pessoas com cerca de 250 moradores, suas casas margeiam o Rio Doce, presente nos fundos dos seus quintais, Figura 34. Devido a posição mais baixa e na planície, as fontes de água potável da comunidade se davam por meio de poços escavados junto ao Rio Doce. O sistema de tratamento de efluentes, tal qual o bairro do Brejauva, se dá também por fossas com sumidouro. O lixo é recolhido regularmente pela Prefeitura. Reivindica-se a colocação de lixeiras para melhor acondicionamento dos resíduos.

<sup>28</sup> O bairro conhecido como Derribadinha coincide integralmente como o setor censitário de número 15,.



Figura 34 - Rio Doce nos fundos dos quintais, Derribadinha



A maioria dos moradores da Derribadinha dedica-se ao plantio de alimentos e pequena criação de animais para consumo e comercialização. Há um sistema de complementaridade econômica em que a essas atividades se associam as pensões por aposentadoria e o trabalho eventual ou fixo como caseiros e outros afazeres domésticos. A comercialização da pequena produção é feita diretamente na rua, na feira. Cada um tem seu ponto para a venda em Valadares.

A maioria trabalha aqui ou é aposentado, vende os trem da chácara mesmo. Alguns tem criação também, plantio de mandioca, mexirica, coco, esses trem aí. Lá embaixo ficou fraco, mas aí tem. (...) Associação montou tem pouco tempo, mas não tá funcionando ainda esse trem de todo mundo trabalhar em equipe, ainda não<sup>29</sup>.

Os espaços de lazer da comunidade local são considerados insuficientes: o rio, o campo de futebol e o bar do Paulino, que é o principal ponto de encontro e socialização do bairro, Figura 35 e Figura 36. Não é hábito entre os moradores adentrarem ao MONA para visitarem o Pico. As crianças – são poucas – andam de bicicleta para lá e para cá.

<sup>29</sup> Comunicação pessoal, "Patric", obtida em campanha de campo em 08 de fevereiro de 2019.

Figura 35- Entrada do Bar do Paulino em Derribadinha, no primeiro plano senhora Santa, moradora e esposa do senhor Paulino e Cristina, gestora do MONA

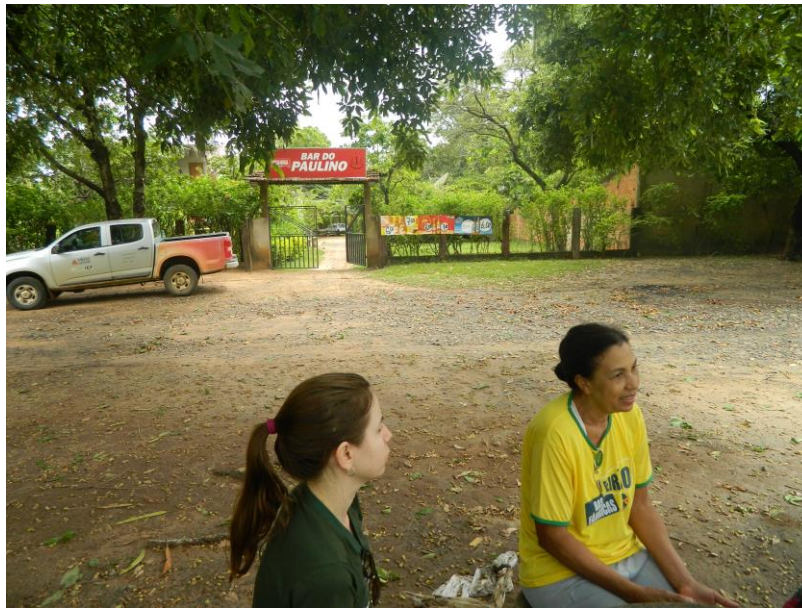


Figura 36 - Bar do Paulino



Diferentemente do Bairro do Brejaúba, Derribadinha foi severamente impactada pela lama de rejeitos da Samarco, pois se encontra as margens do Rio Doce. As casas têm uma disposição predominante com suas frentes voltadas para a estrada e os quintais para o Rio Doce. Os rejeitos ocuparam toda a faixa de quintais, acabando, assim, como toda a produção agropecuária e de lazer dos moradores. A atividade de criação de peixes ficou inviabilizada após a inundação do pequeno tanque para cultivo.



Figura 37 - Tanque de peixes inundado no momento do rompimento da Barragem do Fundão



O bar do Paulino foi um dos mais impactados, pois oferecia espaço de lazer e recreação às margens do Rio Doce para moradores de Derribadinha, mas também de visitantes de finais de semana, notadamente os praticantes de motocross e mountain-bike. A paisagem atual dos fundos dos quintais das casas ribeirinhas é de total desolação. Perdeu-se toda a produção agrícola, mas também os espaços de lazer, pois os frequentadores de final de semana não usam mais as margens do Rio Doce para pesca e demais atividades náuticas de lazer, por conta da presença/influência da lama de rejeitos na área. Destaca-se ainda que a área possui um campo de futebol de várzea, que teve sua área afetada pela lama de rejeitos, vide Figura 38. Mesmo depois de três anos, o campo continua sem uso, provavelmente ligado ao estigma que a lama de rejeitos deixou nos ambientes pelos quais passou. Há uma forte crença na má qualidade da água, mesmo passados três anos do rompimento, pois os órgãos responsáveis não divulgam o resultado da qualidade das águas. Essa falta de transparência é motivadora de especulações dos moradores de Derribadinha sobre os problemas da água na área, fato que gerou total esgarçamento das relações topofílicas dos moradores com o Rio, relações essas de difícil ou impossível quantificação.



Figura 38 - Campo de futebol da comunidade, afetado pela lama de rejeito



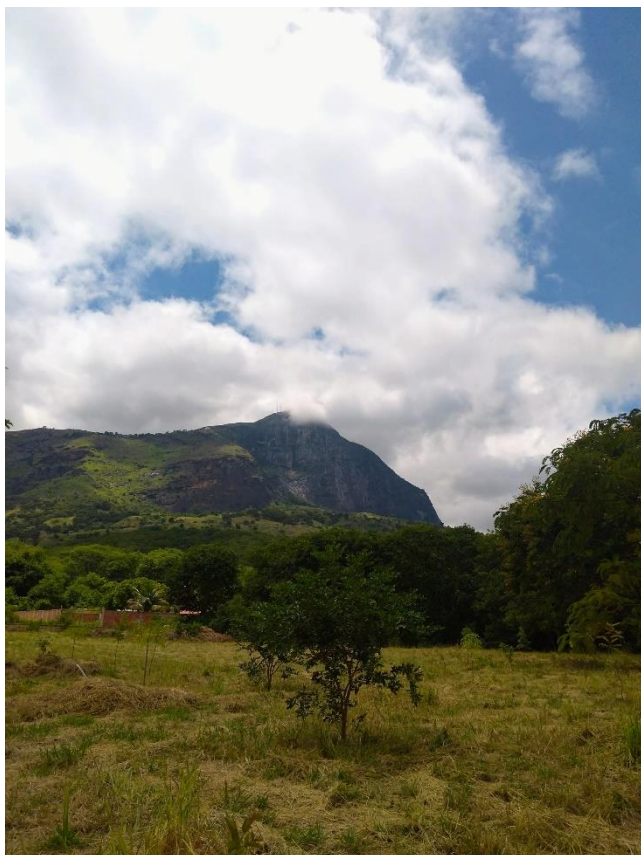
Devido a posição mais baixas e na planície, as fontes de água potável da comunidade se davam por meio de poços escavados junto ao Rio Doce. O sistema de tratamento de efluentes, tal qual o bairro do Brejauva, se dá também por fossas com sumidouro. Os poços de água que eram a fonte exclusiva de abastecimento de água do bairro tiveram de ser realocados para faixas mais distantes do Rio em porções altimétricas mais elevadas. O sistema de tratamento de esgoto entrou em colapso pela invasão de lama de rejeitos nas fossas.

Outra queixa dos moradores é o não pagamento da Samarco/Renova das perdas socioeconômicas da área. Em outros bairros, houve a entrega de cartões bancários aos afetados. Este cartão fornece um salário mínimo à família afetada, com acréscimo de 30% por dependentes. Na Derribadinha não há registros de pessoas que receberam tal “cartão”, agravando a relação já conflituosa entre a população e as empresas (Samarco/Renova).

O último trecho da estrada que circunda o MONA e a APE Pico do Ibituruna é seu trecho oeste e norte, cruzando chácaras de final de semana e pastagens abandonadas até atingir os limites do Parque Natural Municipal de Governador Valadares (PNM-GV).

O PNM-GV é um equipamento público situado às margens do Rio Doce, muito utilizado para prática de atividades náuticas, com destaque a uma modalidade de surf fluvial, além de canoagem e passeios de caiaques. Do Parque avista-se o Pico do Ibituruna, (Figura 39).

Figura 39 - Vista do Pico do Ibituruna a partir do Parque Natural Municipal



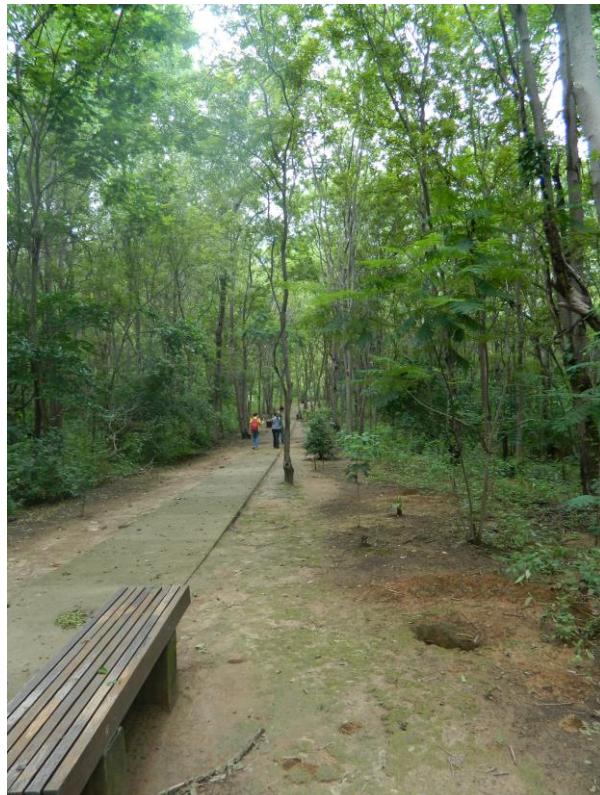
O parque possui infraestrutura para atendimento aos moradores de Governador Valadares, como estacionamento, auditório para até 100 pessoas, playgrounds, áreas para picnic e 4 trilhas abertas, algumas utilizadas com agendamento prévio. Nos finais de semana chega a ter em torno de 900 visitantes. Estes usam os equipamentos como playground, áreas de pic-nics e churrasqueiras, vide Figura 40. Em momentos de pico, quando há um final de semana com sol e eventos no parque, a visitação chega a ser de 2000 visitantes, segundo relatos do gestor da área.

Figura 40 - Atividades de domingo no PNM-GV<sup>30</sup>



Há impactos decorrentes da visitação aos ambientes do PNM-GV, como atos de vandalismo em árvores, clareiras para fogueiras, entre outros. E, ao mesmo tempo, trilhas e alamedas aprazíveis, muito procuradas pelas pessoas para “religarem-se” a natureza, vide Figura 41.

Figura 41 - Alamedas para passeios no interior do PNM-GV.



<sup>30</sup> Fotografia cedida por Luiz Fernando Vieira, gestor do PNM-GV



Por sua localização – às margens do Rio Doce – o Parque Municipal sofreu impactos decorrentes da deposição de lama de rejeitos. A dinâmica hídrica do rio foi alterada com o soterramento de rápidos/corredeiras no Rio, onde eram praticadas atividades náuticas, com destaque a uma modalidade de surf fluvial, além de canoagem e passeios de caiaques, vide Figura 42. Todas foram interrompidas pela deposição de sedimentos de rejeitos eliminando esses rápidos do Rio

Figura 42 - Mirante do Rio Doce, no PNM-GV



### **Subida do Pico, em parte pela Estrada da Embratel, inserção no interior das UCs**

Com relação ao uso e ocupação da terra, a equipe pode corroborar, durante a expedição de campo, o processo de urbanização da área, com a conversão de áreas rurais. Durante a subida ao Pico, exceto em sua proximidade, observou-se que em toda a extensão da estrada de acesso - que é calçada com paralelepípedos em grande parte - o uso da terra se dá por loteamentos e condomínios, ou áreas de fazenda especulando a alteração de uso da terra para função urbana de loteamentos, conforme pode ser observado na Figura 43, que mostra o cume da Pedra ao fundo.

Figura 43 - Outdoor anunciando venda de lotes em condomínio fechado, as margens da estrada de acesso ao Pico do Ibituruna



Trata-se de ocupação de residências secundárias, ou mesmo primárias, da elite local. Os condomínios e chácaras são de alto padrão, o que evidencia a ocupação desigual das áreas do MONA e sua Zona de Amortecimento, vide Figura 44. As partes mais baixas, correspondentes à APE, são ocupadas por comunidades mais vulneráveis, por propriedades improdutivas e por pequenos produtores, sitiantes, conforme Figura 45.

Figura 44 - Chácara no interior do MONA



Figura 45 - Na subida ao Pico, vista da Comunidade e Pedra da Brejaúba



Complementa a paisagem voltada aos visitantes, nesse setor no MONA, a existência de meios de hospedagem e de alimentos e bebidas. Dentre este último setor, destaca-se a Casa do Papai Noel, principal equipamento de alimentos e bebidas da região, Figura 46.

Figura 46 - Casa do Papai Noel



Ali se localiza a praça Plínio Bragatto. As lendas locais afirmam que o homenageado foi abduzido por ETs, daí o tema principal da praça, conforme Figura 47.



Figura 47 - Praça Plínio Bragatto enfeitada com ET's e disco voador



Entremeados aos condomínios há também equipamentos de hospedagem para atender ao intenso fluxo de visitantes do pico, não só para as práticas de parapente e outros esportes alados, mas também para aqueles que querem conforto em um ambiente campestre.

Um desses meios de hospedagem é o Vale Silvestre que atende a um fluxo de visitantes constituídos por famílias e raramente por praticantes de esportes alados. Estes costumam frequentar a área para os voos, mas ficam hospedados na cidade de Governador Valadares.

Segundo a proprietária, o foco principal do empreendimento que começou a funcionar em 2007 é o turismo eco-pedagógico. Inicialmente trabalhou-se muito com escolas, as crianças subiam a pé, por cerca de uma hora, a trilha da Embratel desde o pé do morro até a pousada. Atualmente, a pousada possui 120 leitos e oferece hospedagem, refeições e uma gama de atividades.

Vem gente de longe. São Paulo, BH, Vitória, mesmo sem ter um trabalho específico lá, vem gente de Vitória. Tem público estrangeiro, não chega a 10% da clientela, mas tem. Vem por ser meio ambiente, o estrangeiro dá mais valor a isso que o brasileiro. E tb as vezes é parente de alguém que mora em Valadares, vem passar uma semana aí. (...) Tem as empresas, que vêm fazer treinamento empresarial<sup>31</sup>.

Na pousada Vale Silvestre, há um conjunto bastante grande de atividades ligadas à natureza, Figura 48, como *trekking*, arvorismo, tirolesa, entre outros.

<sup>31</sup> Comunicação pessoal, “Viviane”, obtida em campanha de campo em 08 de fevereiro de 2019.

Figura 48 - Sinalização da estrutura existente na Pousada Vale Silvestre



O destaque da propriedade é uma grande represa, onde se pratica alguns esportes náuticos e a pesca amadora, atualmente restrita aos hóspedes da pousada. A lagoa tem 1,3 km de circunferência e há projeto de aproveitamento do mesmo para a atividade específica do tipo pesque-pague.

Estamos começando a ver esse negócio de pesca, a demanda está crescendo muito. A gente está procurando isso. A gente está tendo uma demanda para isso. Por exemplo, o pessoal lá do Rio Doce, que pescava lá, eles não têm onde pescar. Então, nós estamos estudando como que nós vamos fazer para montar um pesque-pague, como são os caminhos legais. (Comunicação pessoal, op cit)

A Pousada Vale Silvestre tem parceria com o IEF para a coleta do lixo reciclável. Segundo Rafael, funcionário da instituição, a ideia inicial do projeto era inserir todos os estabelecimentos comerciais existentes na Unidade de Conservação. Os estabelecimentos fariam a separação, o IEF coletaria e enviaria a uma associação de catadores de Valadares que estaria encarregada do reaproveitamento e da comercialização do material. Assim, estaria sendo dada a

destinação correta e criando uma fonte de renda para o pessoal lá embaixo, um aspecto mais social, a gente conseguiria interagir. Mas quem quis aderir foi a Viviane, o resto do pessoal não quis separar o lixo pq dá trabalho, o caminhão já passa, entrega do jeito que está para o caminhão. (...) A maior dificuldade foi essa: fazer o pessoal separar pra gente pegar<sup>32</sup>.

<sup>32</sup> Comunicação pessoal, "Rafael", obtida em campanha de campo em 08 de fevereiro de 2019

Na continuação da estrada rumo ao Pico, há algumas possibilidades de subida, seja por trilhas, seja por estradas como a da estrada da Embratel, que foi aberta nos anos 1960 para instalar a imagem de uma Santa no cume do morro. Pode-se percorrer esse trajeto em veículos comuns, sem tração, observando a paisagem de chácaras e condomínios, entremeados com remanescentes da vegetação nativa, o que confere um apelo paisagístico bastante elevado na região, daí também ocorrer sua valorização para loteamentos e condomínios, Figura 49.

Figura 49 - Casa em condomínio no alto da Pedra do Ibituruna.



As trilhas também são muito frequentadas por aficionados por motocross, fato que tem gerado problemas de erosão em algumas estradas, ou mesmo trilhas que são usadas pelos praticantes, haja vista não ter nenhum sistema de sinalização ou regramento desta atividade nessas estradas e trilhas das encostas do pico, vide Figura 50.



Figura 50 - “Trilhas” abertas nas vertentes do morro do Ibituruna por praticantes de motocross. Notar o traçado inadequado, cortando perpendicularmente as curvas de nível e desencadeando processos erosivos.



No percurso, observa-se algumas placas de orientação recém colocadas em alguns pontos de trilha, Figura 51 e Figura 52.

Figura 51 - Sinalização instalada em trilhas de subida ao Pico

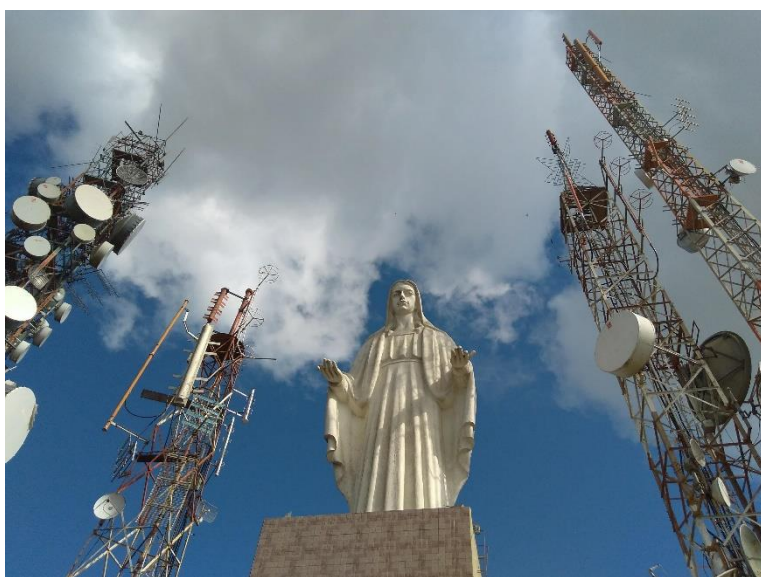


Figura 52 - Sinalização instalada em trilhas de subida ao Pico



No Pico do Ibituruna a imagem da Santa, instalada em seu ponto máximo, está envolta antenas de TVs e de outras mídias, causando grande prejuízo a um dos patrimônios culturais do município de Governador Valadares, Figura 53.

Figura 53 - Santa em meio às antenas de comunicação





A maior parte da visitação ao Pico não ocorre por motivo religioso, mas sim em razão de suas características voltadas ao voo de parapente e outros esportes alados, como asas deltas, Figura 54.

Figura 54 - Pico do Ibituruna. Encostas gramadas para decolagem de parapente e uma das rampas de madeira para asa delta



Há duas encostas com cerca de 50 metros cada, que são utilizadas como rampas “naturais” de decolagem, principalmente de parapente. Há ainda duas rampas de madeiras propícias a decolagem de asas deltas, vide Figura 55

Figura 55 - Prática de parapente



A vista panorâmica do Pico é bastante cênica, pois dali se pode observar a calha do Rio Doce e seus meandros e o trecho em que ele corta a cidade de Governador Valadares, numa composição bastante harmônica entre as formas de relevo montanhoso, os fragmentos de vegetação nativa com as chácaras e o corpo d'água do Rio Doce, imponente, assim como pelo contraste entre esta paisagem “natural” e a área urbana verticalizada da cidade de Governador Valadares. Contudo, segundo relato de instrutores de

parapente, a coloração barrenta do Rio, com a lama de rejeitos, produziu um detrator visual na paisagem, inclusive com redução da visitação ao pico, Figura 56 e Figura 57.

Figura 56 - Rio Doce e a área urbana de Governador Valadares, vistos do alto do Pico do Ibituruna



Figura 57 - Visão panorâmica de Governador Valadares e do Rio Doce



A principal trilha da UC é operada de maneira inadequada, seja por grupos organizados ou de forma aleatória. Há, portanto, um desafio para transformar os atrativos da área para além de meros elementos de contemplação da natureza ou de apoio aos esportes de aventura. Isso é importante, mas só considerá-los nesse aspecto faz perder a oportunidade de vivenciar com mais plenitude o momento mágico de visitação, de re-encontro com a natureza, contida nas UCs da região.

Então, com vistas à sustentabilidade ambiental da área e ao cumprimento dos objetivos da Unidade de Conservação, dois aspectos, dentre outros, devem ser considerados na configuração atual para futura análise. O primeiro diz respeito às possibilidades de trabalho para a população residente na UC decorrentes das atividades de lazer, como pousadas, clubes e casas de campo. Outro, é a importação de um padrão construtivo urbano para uma área natural, uma Unidade de Conservação, um patrimônio paisagístico protegido pela legislação.

## **6 AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS**

Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) é um processo sistemático de avaliação dos impactos ambientais potencialmente resultantes da implementação de determinado projeto, ação ou empreendimento. Uma vez que utilizada como ferramenta de apoio à tomada de decisão e prevenção de danos, é usualmente conduzida de forma antecipada ou prospectiva no processo de licenciamento ambiental. Em determinados casos, no entanto, a Avaliação de Impactos Ambientais é conduzida de forma retrospectiva para avaliar as consequências ambientais de determinado projeto, ação ou empreendimento já instalado. Este é o caso do presente estudo, que tem por objetivo avaliar os impactos socioambientais do rompimento da Barragem de Fundão sobre as Unidades de Conservação ao longo do Médio e Baixo Rio Doce.

Dentro deste contexto a AIA do rompimento da Barragem de Fundão foi baseada na seguinte metodologia. Num primeiro momento foi montada uma linha de base exaustiva das características físicas, químicas, biológicas e sócio-econômicas da Área de estudo no período anterior ao rompimento conforme relatórios, publicações científicas, bases de dados, imagens e demais fontes de informação. Num segundo momento, esta linha de base foi comparada com as características físicas, químicas, biológicas e sócio-econômicas da Área de estudo no período posterior ao rompimento conforme (i) relatórios, publicações científicas, bases de dados, imagens e demais fontes de informação, (ii) vistoria em campo e (iii) entrevistas com atores locais.

A partir desta comparação os especialistas de cada Meio (Físico, Biótico e Socioeconômico), e posteriormente toda a equipe, discutiram as alterações efetiva ou potencialmente decorrentes do rompimento da Barragem de Fundão. Estas alterações, quando consideradas relevantes, foram denominadas de 'impactos'.

O Anexo IX apresenta todos os 36 impactos identificados nas 6 Unidades de Conservação entre os municípios de Governador Valadares (MG) e Linhares (ES).

Dentre eles, foram identificados 30 impactos na presente área de estudo, dos quais 12 no Meio Físico, 8 no Meio Biótico e 10 no Meio Socioeconômico e Cultural. São eles:

### **Impactos no Meio Físico**

(F1) Degradação da qualidade da água do Rio Doce e corpos d'água marginais: aumento na carga suspensa.

(F2) Degradação da qualidade da água e sedimento do Rio Doce e corpos d'água marginais: contaminação por metais.

(F3) Degradação da qualidade da água do Rio Doce e corpos d'água marginais: contaminação microbiológica.

(F4) Degradação da qualidade da água do Rio Doce e corpos d'água marginais: demais alterações físico-químicas.

(F5) Assoreamento do leito do Rio Doce, zonas de confluência com tributários e corpos d'água marginais.

(F6) Degradação da morfologia da calha do Rio Doce, zonas de confluência com tributários e vales de corpos d'água marginais: alteração na granulometria dos sedimentos e na estrutura dos agregados.

- (F7) Soterramento de planícies fluviais pela deposição de lodo de rejeito.
- (F8) Contaminação de planícies fluviais pela deposição de lodo de rejeito.
- (F9) Alteração na dinâmica fluvial.
- (F10) Alteração no regime hídrico de planícies fluviais.
- (F11) Degradação da qualidade da água e dos sedimentos de tributários ao Rio Doce.
- (F12) Redução da quantidade da água dos tributários ao Rio Doce.

## **Impactos no Meio Biótico**

- (B1) Aumento da mortalidade e redução dos tamanhos populacionais.
- (B2) Perda de habitat através de destruição na calha do Rio Doce e áreas adjacentes.
- (B3) Perda de habitat por degradação na calha do Rio Doce e áreas adjacentes.
- (B4) Perda de conectividade na calha do Rio Doce e áreas adjacentes.
- (B5) Alteração na cadeia trófica.
- (B6) Alteração na composição da assembleia.
- (B7) Aumento na riqueza e abundância relativa de espécies introduzidas.
- (B11) Contaminação e bioamplificação de contaminantes em animais e plantas

## **Impactos no Meio Socioeconômico e Cultural**

- (S1) Perda de espaço de sociabilidade, de lazer e comprometimento da prática de esportes náuticos.
- (S2) Perda de produção agropecuária e piscicultura (2015).
- (S3) Perda de áreas de produção agrícola, pecuária e de pesca.
- (S4) Perda de fonte de abastecimento de água/ perda de acesso a água.
- (S5) Perda das relações topofílicas.
- (S6) Colapso no sistema de coleta de esgoto.
- (S7) Acirramento dos conflitos socioambientais.
- (S9) Perdas econômicas não agrícolas.
- (S10) Perda de identidade laboral.



(S11) Aumento da especulação imobiliária dentro da UC.

Identificados os impactos, a equipe de especialistas conduziu (i) uma caracterização de cada impacto no que diz respeito à sua ocorrência, incidência, natureza e duração, bem como (ii) uma atribuição de significância (baixa, média, alta, muito alta) a partir da avaliação de sua reversibilidade, extensão espacial, importância e magnitude.

A classificação destes atributos seguiu os critérios básicos definidos no Termo de Referência, aprimorados pela equipe para permitir uma avaliação razoavelmente homogênea e unificada a partir de campos do conhecimento tão díspares quanto geologia, química das águas, ecologia, e dinâmica social e econômica, entre outros. Os critérios utilizados nesta classificação estão descritos na tabela Tabela 43.

Tabela 43: Critérios para a Caracterização e Atribuição de Significância aos Impactos componentes da Matriz de Avaliação.

## Caracterização

Ocorrência	Grau de confiabilidade quanto à ocorrência do impacto.	<p>R - real - um impacto é classificada como 'REAL' se há dados quantitativos ou qualitativos publicados documentando sua ocorrência; caso a equipe técnica tenha observado em campo; ou caso sua ocorrência seja considerada provável pela equipe técnica e registrada por relatos colhidos em campo.</p> <p>P - potencial - a ocorrência de um impacto é classificada como 'POTENCIAL' se há expectativas críveis de sua ocorrência atual ou futura.</p>
Incidência	Relação do impacto com o rompimento da barragem.	<p>D - direta - o rompimento da barragem é a fonte tanto imediata quanto última do impacto.</p> <p>I - indireta - a causa imediata do impacto é outro impacto, sendo este provocado pelo rompimento da barragem.</p>
Natureza	Melhoria (natureza positiva) ou deterioração (natureza negativa) da qualidade socioambiental.	<p>Pos - positiva - alteração de caráter benéfico.</p> <p>Neg - negativa - alteração de caráter adverso.</p>



Duração	<p>Período de tempo ao longo do qual um impacto vai exercer influência ativa sobre o compartimento estudado, na ausência de medidas mitigatórias.</p>	<p>TC - temporário curto prazo - o impacto influenciou ativamente a fauna, flora, ambientes ou populações humanas pelo período de até um ano.</p> <p>TM - temporário médio prazo - o impacto vai continuar a influenciar ativamente a fauna, flora, ambientes ou populações humanas por mais de um ano e até 10 anos.</p> <p>TL - temporário longo prazo - impacto vai continuar a influenciar ativamente a fauna, flora, ambientes ou populações humanas por mais de 10 anos, mas tem um fim claramente antecipável e definível.</p> <p>Per - permanente - o impacto vai continuar a influenciar ativamente a fauna, flora, ambientes ou populações humanas sem um fim claramente antecipável, na ausência de medidas mitigatórias.</p> <p>Nota: Chamamos atenção para o fato que a duração de muitos impactos é de difícil mensuração, uma vez que tratamos de sistemas abertos, complexos e dinâmicos. Portanto, na ausência de uma classificação mais adequada ao caráter imprevisível (indefinido) inerente de algumas interações, em alguns momentos os impactos foram enquadrados de forma mais conservadora como 'PERMANENTES'.</p>
---------	---	---

#### Atribuição de Significância

Reversibilidade	<p>Capacidade de reverter as condições da fauna, flora, ambientes ou populações humanas a condições similares às anteriores ao rompimento da barragem. Esta capacidade é avaliada estritamente em função da existência de tecnologias e/ou conhecimento ecológico disponíveis, independente de se estas tecnologias e/ou conhecimento virão a ser efetivamente aplicadas na área de estudo. Ou seja, a classificação de reversibilidade não considerou a viabilidade da aplicação das tecnologias, mas apenas se há conhecimento técnico disponível para sua efetivação.</p>	<p>Rev - reversível - impactos podem ser revertidos utilizando-se tecnologias existentes e entendimento da ecologia e/ou dinâmicas das populações humanas.</p> <p>Ire - irreversível - mudanças resultantes de um impacto não podem ser revertidas utilizando-se tecnologias existentes e entendimento da ecologia e/ou dinâmicas das populações humanas.</p>
-----------------	--	---

Extensão	Espaço geográfico de ocorrência do impacto dentro da área de estudos, considerando-se toda a sua área de incidência.	<p>ZA - o impacto ocorre no interior da Zona de Amortecimento.</p> <p>UC - o impacto ocorre no interior da Unidade de Conservação.</p> <p>UC+ZA – o impacto ocorre na Unidade de Conservação e na Zona de Amortecimento</p>
Importância	Relaciona-se com o contexto ambiental no qual o impacto ocorre, em termos de vulnerabilidade e insubstituíbilidade de populações, espécies, comunidades, ecossistemas ou usos socioeconômicos.	<p>Irl - irrelevante - as mudanças não são perceptíveis ou verificáveis.</p> <p>B - baixa - a alteração tende a ser mensurável e pode afetar espécies comuns, populações abundantes, ambientes ou usos socioeconômicos que se repetem com frequência na área de estudos.</p> <p>M - média - a alteração tende a ser mensurável e pode afetar espécies e ambientes sensíveis ou usos socioeconômicos pouco frequentes na área de estudos, mas que podem ser recuperados.</p> <p>A - alta - a alteração tende a ser mensurável e pode afetar espécies sensíveis, ambientes sensíveis e usos socioeconômicos que não podem ser recuperados ou não se repetem na área de estudos.</p>
Magnitude	Reflete a escala/tamanho da mudança com relação ao objetivo da categoria de manejo e a função da Unidade de Conservação.	<p>B - baixa - o efeito não resulta em alterações na integridade dos sistemas ecológicos ou sistemas socioeconômicos da UC.</p> <p>M - média - o efeito pode resultar em alterações na integridade dos sistemas ecológicos ou sistemas socioeconômicos da UC.</p> <p>A - alta - o efeito resulta em alterações na integridade dos sistemas ecológicos ou sistemas socioeconômicos da UC.</p>
Significância	Mede a intensidade do impacto a partir das interações dos critérios de reversibilidade, extensão geográfica, importância e magnitude.	<p>B – baixa.</p> <p>M – média.</p> <p>A – alta.</p> <p>MA - muito alta.</p>

A classificação de cada impacto conforme os critérios da Tabela 43 foi organizada numa Matriz de Avaliação de Impactos, apresentada na Tabela 44. Por sua vez, a coluna final da Matriz de Avaliação de Impactos, isto é, sua significância, foi obtida a partir do cruzamento de informações a respeito da reversibilidade, extensão geográfica, importância e magnitude de cada impacto seguindo a Matriz de Significância do Impacto, conforme Tabela 45. Esta Matriz de Significância do Impacto também seguiu orientações do Termo de Referência.

Tabela 44: Modelo de Matriz de Avaliação de Impacto adotada no presente projeto

[illegible]

Por sua vez, os critérios que compõe a Análise de Significância são plotados na seguinte matriz abaixo, esta possibilita a identificação do impacto como de baixa, média, alta ou muito alta significância.

Tabela 45: Matriz de Significância do Impacto.

Critérios/Parâmetros		Baixa importância		Média Importância		Alta Importância	
		Reversível	Irreversível	Reversível	Irreversível	Reversível	Irreversível
Baixa Magnitude	ZA	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Média	Alta
	UC	Baixa	Baixa	Baixa	Média	Média	Alta
	UC+ZA	Baixa	Baixa	Média	Média	Alta	Alta
Média Magnitude	ZA	Baixa	Média	Média	Média	Alta	Alta
	UC	Baixa	Média	Média	Alta	Alta	Alta
	UC+ZA	Média	Média	Média	Alta	Alta	Alta
Alta Magnitude	ZA	Média	Média	Média	Alta	Alta	Muito Alta
	UC	Média	Média	Alta	Alta	Muito Alta	Muito Alta
	UC+ZA	Alta	Alta	Alta	Alta	Muito Alta	Muito alta

Cabe notar que nesta AIA optou-se por realizar a identificação, caracterização e avaliação dos impactos extrapolando os limites da Unidade de Conservação e incluindo também a Zona de Amortecimento. Tal inclusão ocorre a partir do entendimento de que a integridade ambiental da Unidade de Conservação depende fundamentalmente da sua área envoltória, percepção que encontra consonância em instrumentos de conservação como as Reservas da Biosfera e o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC).

Nas Reservas da Biosfera, importantes referências na relação entre desenvolvimento econômico e conservação da natureza, Zonas de Amortecimento são definidas como o envoltório protetivo onde atividades econômicas e o uso da terra devem garantir a integridade dos ecossistemas das zonas núcleo, isto é, a Unidade de Conservação. Este envoltório protetivo pode ser constituído de usos da terra baseados em métodos validados de desenvolvimento sustentável, ou de ecossistemas modificados ou degradados que podem ser reconstituídos ao estado natural ou quase natural (RESERVA DA BIOSFERA DA MATA ATLÂNTICA, 1996). O SNUC também reconhece a importância da integração entre a UC e sua Zona de Amortecimento, determinando que as unidades de conservação (exceto a Área de Proteção Ambiental e a

Reserva Particular do Patrimônio Natural) devem possuir Zona de Amortecimento definida, estabelecendo o ordenamento das atividades que ocorrem no entorno e minimizando impactos negativos na unidade. O mesmo instrumento legal condiciona a concessão de licenciamento ambiental a empreendimentos que afetem a UC ou sua Zona de Amortecimento à autorização do órgão responsável pela gestão da área protegida. Compreende-se, desta maneira, a importância da integridade da Zona de Amortecimento para a integridade da respectiva UC.

Nesta AIA adotou-se o conceito de 'área de estudo', que engloba a Unidade de Conservação e sua Zona de Amortecimento, cuja delimitação está descrita de forma pormenorizada no capítulo 2.1. Área de Estudo. Conforme argumentos acima, ao incluir a Zona de Amortecimento na AIA procurou-se fortalecer a Unidade de Conservação e sua integridade ambiental. Porém, é importante ressaltar que os impactos ocorrentes na área de estudo que foram priorizados no presente trabalho são aqueles que sabida ou potencialmente exercem efeitos diretos ou indiretos sobre a Unidade de Conservação.

Passadas as etapas de identificação, caracterização e significação dos impactos, as avaliações dos vários especialistas foram integradas através da geração de um Mapa Conceitual que estabelece uma rede de hipóteses ligando mecanisticamente o rompimento da Barragem de Fundão e cada um dos impactos hipotetizados ou documentados por meio de alterações intermediárias (por vezes denominadas 'aspectos'). Este Mapa Conceitual, que forma a base da seção 'Análise Integrada de Impactos', organiza a compreensão a respeito da miríade de consequências decorrentes da notável perturbação ambiental sob análise.

## **6.1 Impactos no Meio Físico**

A partir dos dados secundários disponíveis sobre a bacia do Rio Doce pós rompimento de Fundão em conjunto a análise dos registros obtidos durante a expedição, realizada no dia 08/02/2019, foi possível agregar ao Diagnóstico de Linha Base informações sobre o comportamento dos seguintes componentes da paisagem: hidrogeologia, geomorfologia fluvial, hidrossedimentologia, e qualidade da água.

Para a geologia e pedologia, a análise dos impactos se ateve aos resultados da linha de base, uma vez que não foram identificadas novas informações.

Assim, nos subitens 6.1.1, 6.1.2, 6.1.3 e 6.1.4 são apresentados dados e informações secundárias posteriores ao rompimento da barragem de Fundão, e seus desdobramentos no meio físico da área de estudo. No subitem 6.1.5 foi feita a descrição e avaliação dos impactos identificados para a Unidade de Conservação e sua Zona de Amortecimento.

### **6.1.1 Hidrogeologia**

De acordo com o laudo técnico pós rompimento da Barragem de Fundão, elaborado pelo MPF (2017a), dificilmente houve contaminação das águas subterrâneas pelo rejeito devido ao comportamento natural dos materiais em aquíferos, e também pelas características hidrogeológicas e de qualidade da água identificados na bacia do Rio Doce. No primeiro caso, a água subterrânea é comumente empobrecida de material particulado devido ao processo de filtragem natural e intemperismo que o fluxo de água que percola a

superfície sofre até alcançar os mananciais subterrâneos, além de sua baixa velocidade, que favorece a retenção de partículas sob deslocamento.

Assim sendo, antes do rompimento da Barragem de Fundão, as camadas depositadas se constituíam de um filtro que liberava para infiltração praticamente apenas a fase em solução, acumulada no reservatório. Em todos os casos, a influência da descarga subterrânea de material dissolvido é pequena em face do volume veiculado diretamente pelos rios, proveniente dos efluentes líquidos do processo de beneficiamento do minério de ferro que corre pela superfície (MPF, 2017a, p.423).

Já no segundo caso, o diagnóstico do MPF (2017a) propõe que as características do sistema hidrogeológico do Rio Doce favorecem a transferência do fluxo do material ejetado pelo rompimento da Barragem nas águas da superfície devido ao predomínio de rios efluentes (alimentados pelos aquíferos) e situados na área de descarga dos reservatórios subterrâneos regionais. Em relação a qualidade das águas, o trabalho conclui que, pelas características da circulação e mobilidade da água subterrânea, a composição química, via de regra, são bem mais constantes do que a de um ponto de água superficial. As possibilidades de variação são bem mais restritas (MPF, 2017a).

Porém, após o distúrbio provocado pelo fluxo de rejeito de minério de ferro no Rio Doce, devido a inviabilização temporária do uso das águas do Rio Doce, algumas propriedades (urbanas e rurais) dependentes do abastecimento dessa drenagem, começaram a captar água de mananciais subterrâneos próximos ao Rio Doce através da perfuração de poços emergenciais. Alguns desses poços estão situados em condições vulneráveis a contaminações pelo uso do solo em sua área de recarga. Além disso, segundo o MPF (2017a, p. 87), caso a extração seja feita de forma inadequada, pode-se provocar mudanças graduais na direção do fluxo subterrâneo, reduzindo a água veiculada pelo rio.

A partir das entrevistas realizadas durante as expedições, pode-se concluir que, de fato, com o rompimento da Barragem de Fundão, houve aumento das captações de águas subterrâneas e das nascentes nos terrenos da UC MONA Pico da Ibituruna e sua Zona de Amortecimento. Esse foi um impacto negativo indireto do desastre, que pode ter afetado a disponibilidade das águas dos aquíferos e nascentes locais. Outros desdobramentos do aumento do consumo das águas de subsuperfície e nascentes da UC são: (i) a consequente redução dos fluxos dos córregos tributários do Rio Doce, dificultando o transporte de sedimentos e, portanto, acelerando processos de assoreamento, (ii) além da redução da qualidade das águas desses córregos devido aos diferentes tipos de uso antrópico, em especial o uso doméstico, que aumenta a poluição.

### **6.1.2 Geomorfologia fluvial**

No intuito de apresentar uma análise preliminar sobre os impactos do fluxo de rejeito de Fundão no Rio Doce, Felipe et al (2016a) realizaram uma expedição entre os dias 17 e 20 de novembro de 2015 e relataram que os efeitos do evento na geomorfologia fluvial do Rio Doce, na cidade de Governador Valadares, próximo onde se situa a área de estudo, se associaram as altas concentrações dos sólidos em suspensão, elevando em demasia a turbidez da água e, consequentemente, gerando outros distúrbios para o sistema



hidrogemorfológico. Observa-se imagem capturada durante a expedição na Figura 58, com detalhe da marca na folhagem da margem causada pelo pico de cheia.

Figura 58 - Fotografia do Rio Doce em Governador Valadares entre os dias 17 a 20/11/2015



Fonte: Felipe et al. (2016a)

A partir da bibliografia consultada e dos dados obtidos durante a expedição realizada no dia 08/02/2019, na área de estudo não foi constatada a formação de depósitos de rejeito ou de processos erosivos marginais desencadeados pelo fluxo de rejeito de Fundão no curso do Rio Doce. A observação de imagens de satélite em períodos anteriores e posteriores ao rompimento da barragem corroboram tais afirmações.

Na área de estudo da Unidade de Conservação, a análise das imagens foi particionada em nove articulações em escala de visualização de 1:20.000, como apresenta a Figura 59, a Figura 60, a Figura 61, a Figura 62, a Figura 63, a Figura 64, a Figura 65, a Figura 66 e a Figura 67:

Figura 59 – Trecho 01

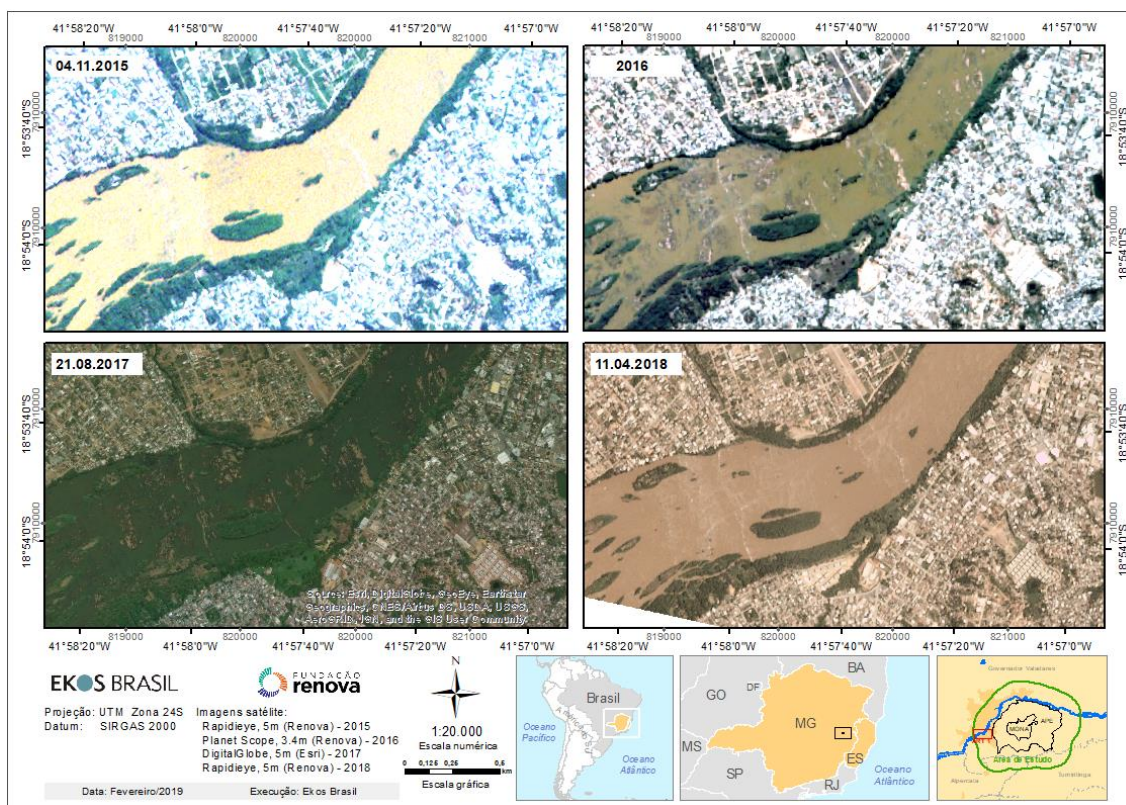




Figura 61 – Trecho 03

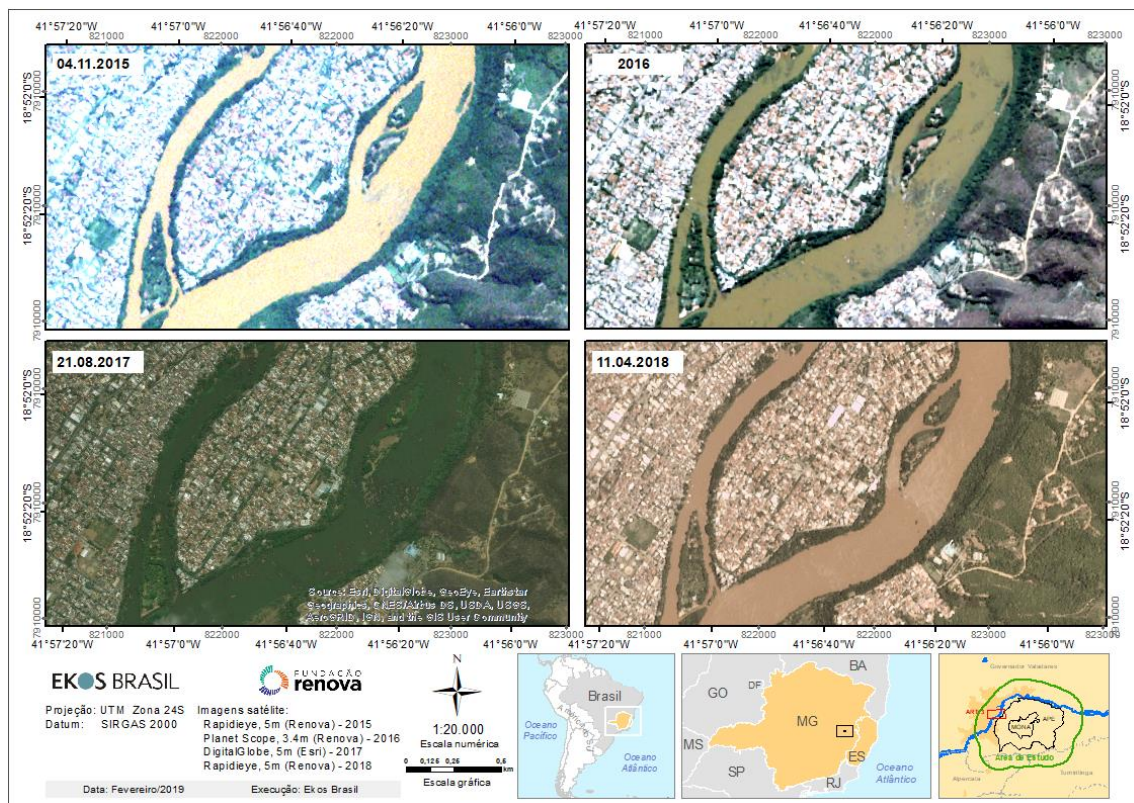


Figura 62 – Trecho 04

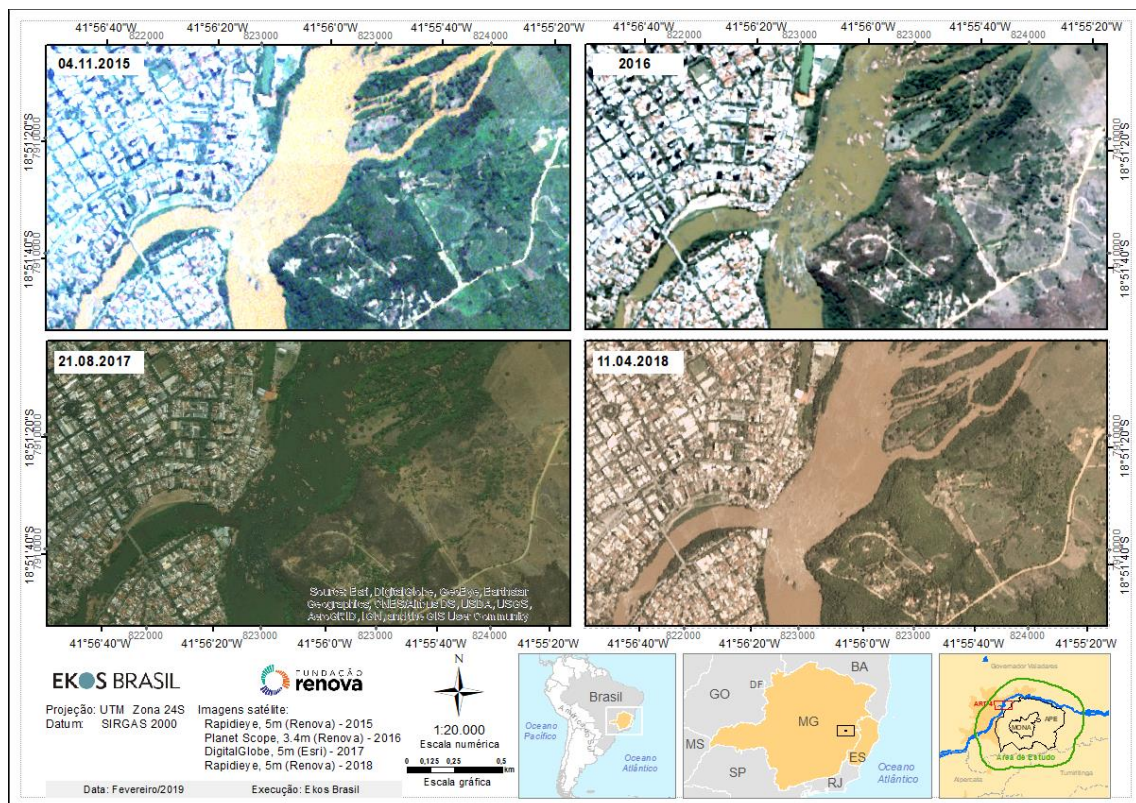




Figura 63 – Trecho 05

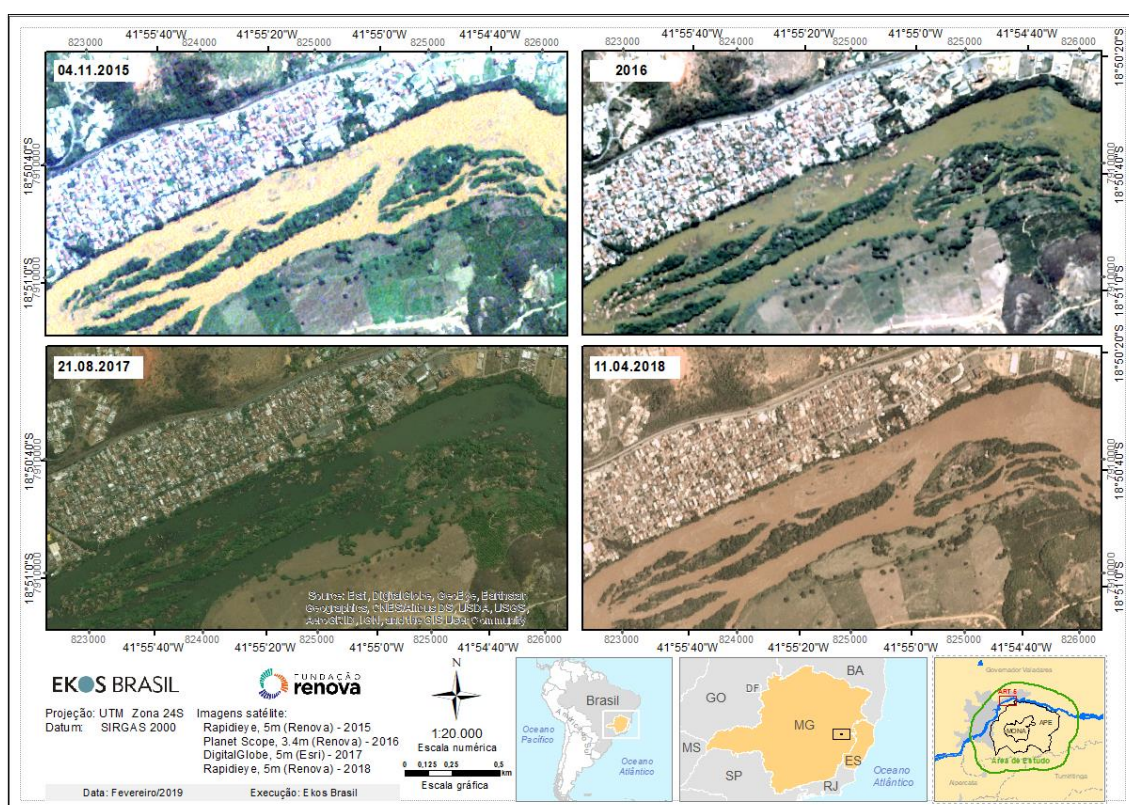


Figura 64 – Trecho 06

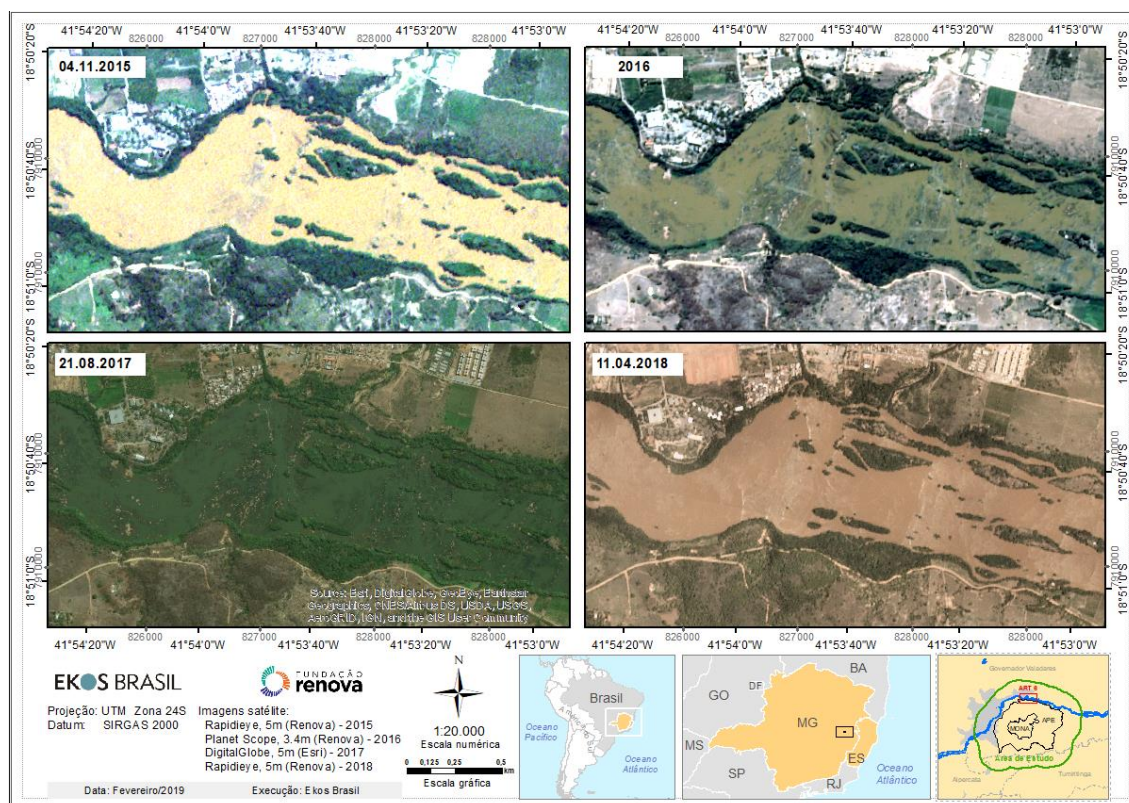




Figura 65 – Trecho 07

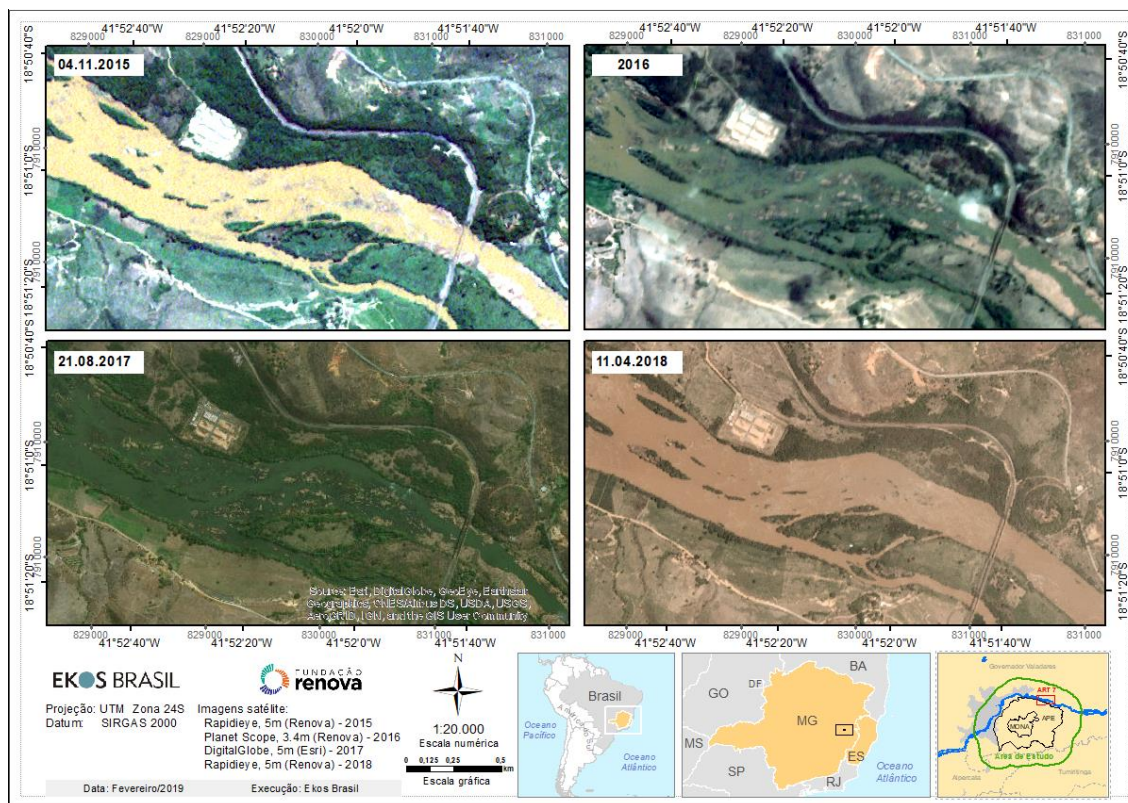


Figura 66 – Trecho 08

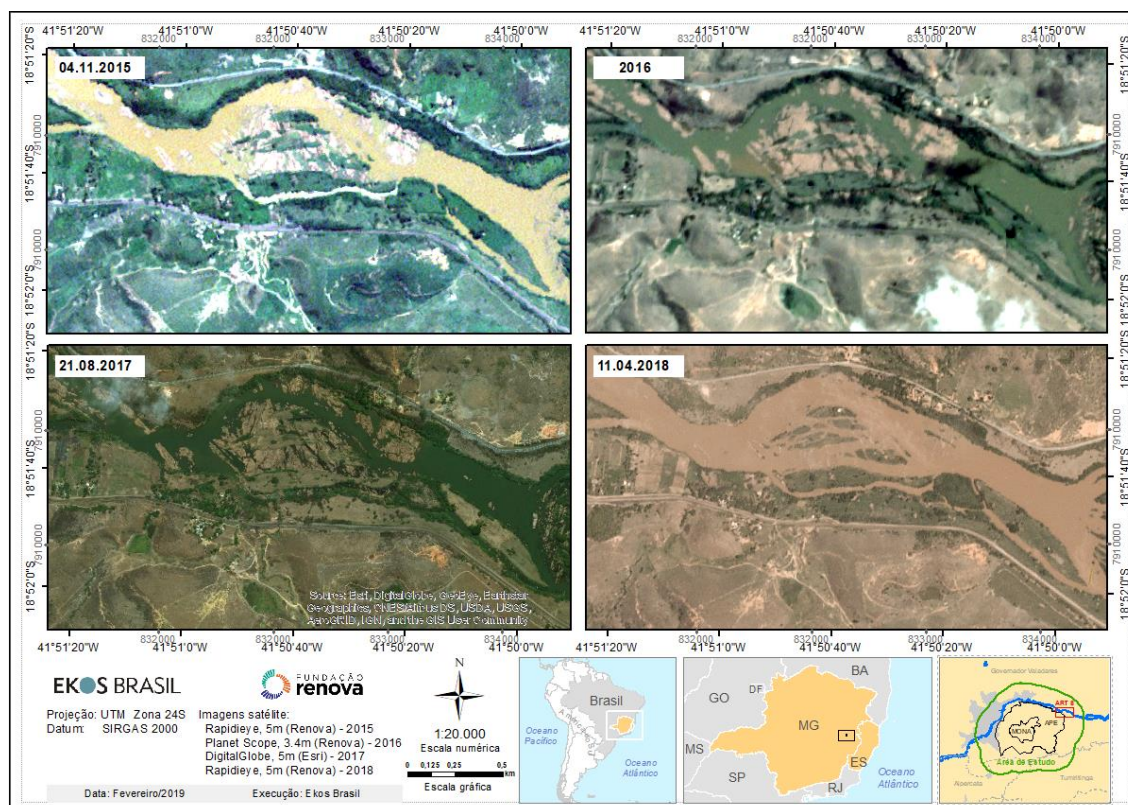
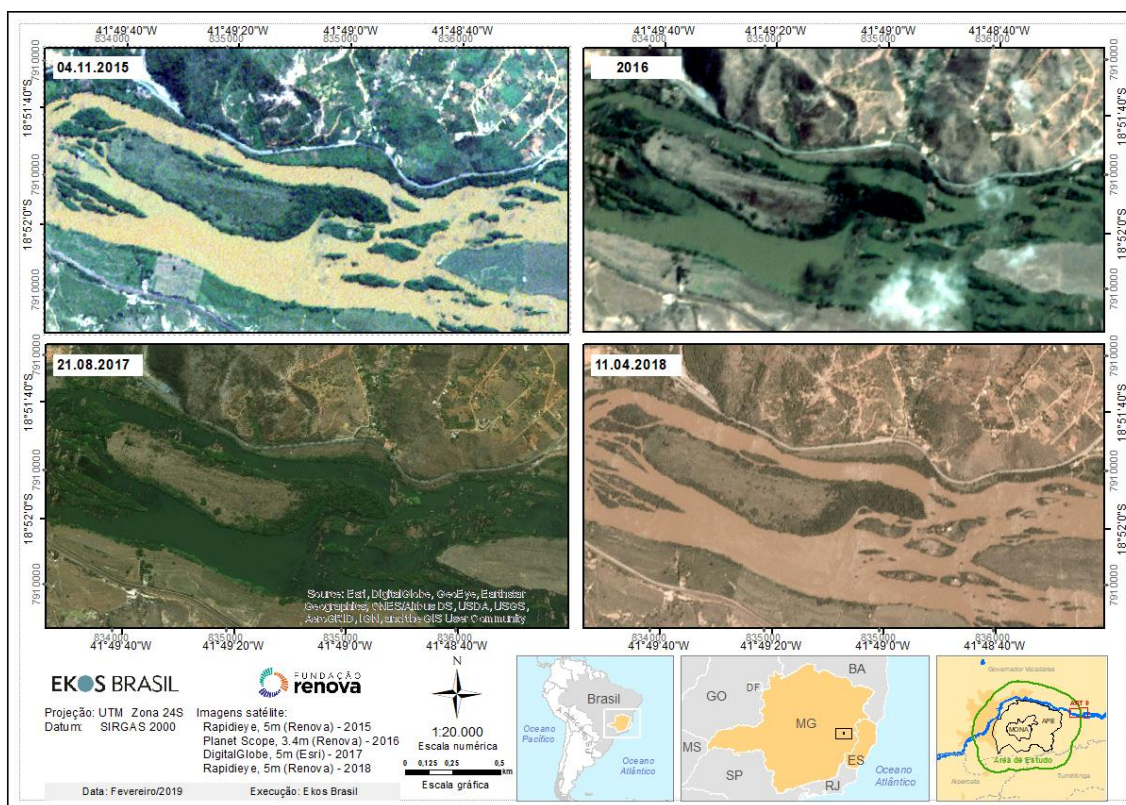




Figura 67 – Trecho 09



Como pode ser observado, a partir das imagens de satélite não foi possível, visualmente, aferir alterações significativas na morfologia do Rio Doce e confluências com seus tributários após o rompimento da barragem, devido a qualidade das imagens e a resolução espacial.

Não foram obtidas imagens do mesmo período para os diferentes anos, portanto foi possível observar somente alterações morfológicas relacionadas ao comportamento histórico do Rio Doce, durante os períodos de cheia e vazante. Expansão/retração de ilhas e bancos de lama e areia na calha do rio e nas margens, e exposição do leito rochoso, são formações que ficam em evidência nos meses de período seco, como observado nas imagens de 2016 e do dia 21/08/2017. Na imagem do dia 04/11/2015 essas formações podem ser identificadas pela coloração branca e marrom clara (na coluna d'água), e na imagem do dia 11/04/2018 essas formações não podem ser identificadas, pois se refere ao final do período de chuvas e, portanto, com a elevação do volume de água no trecho, várias feições fluviais intra-canal e parte da margem ficaram submersas.

Com relação as áreas de confluência do Rio Doce com tributários, não foi observado aumento significativo na formação de novos depósitos de sedimentos entre a imagem de 04/11/2015 (anterior ao rompimento) e as imagens de 2016, 21/08/2017 e 11/04/2018 (posteriores ao rompimento). A mesma observação é pertinente para as ilhas vegetadas que permaneceram com a mesma forma e rugosidade, e margens deposicionais (margens convexas).

Apesar das imagens analisadas não capturarem informações de processos de acumulação de rejeito, relatos de campo informaram que, em janeiro de 2016, com a chegada das chuvas e aumento da vazão dos rios, houve extravasamento das águas do leito do Rio Doce para a planície de inundação, trazendo grande volume de sedimentos finos (argila e silte) que se depositaram nos solos dos terrenos mais rebaixados. De acordo com os entrevistados, essa deposição foi observada durante a primeira estação chuvosa posterior ao

rompimento (final de 2015 e início de 2016) em alguns trechos da planície fluvial do Rio Doce, vales, margens e zonas de confluências da drenagem principal com rios tributários. Porém, com o passar do tempo e mediante a ocorrência de cheias posterior, os sedimentos foram gradualmente sendo levados pelo rio.

### 6.1.3 Hidrossedimentologia

A passagem da onda de rejeito invadiu os vales do Rio Gualaxo do Norte, e ao percorrê-lo afetou cursos d'água a jusante, alcançando o médio-baixo Rio Doce, onde está situada a área de estudo em estudo. Parte do material sólido foi sendo depositado ao longo da rede hidrográfica, erodindo margens ou se acumulando na calha do rio principal e tributários e nas planícies fluviais, e parte desse material continuou se deslocando no leito do Rio Doce, alcançando outros mananciais até atingir o litoral do Espírito Santo (CPRM/ANA, 2015a; 2015b; MPF, 2017, 2017a).

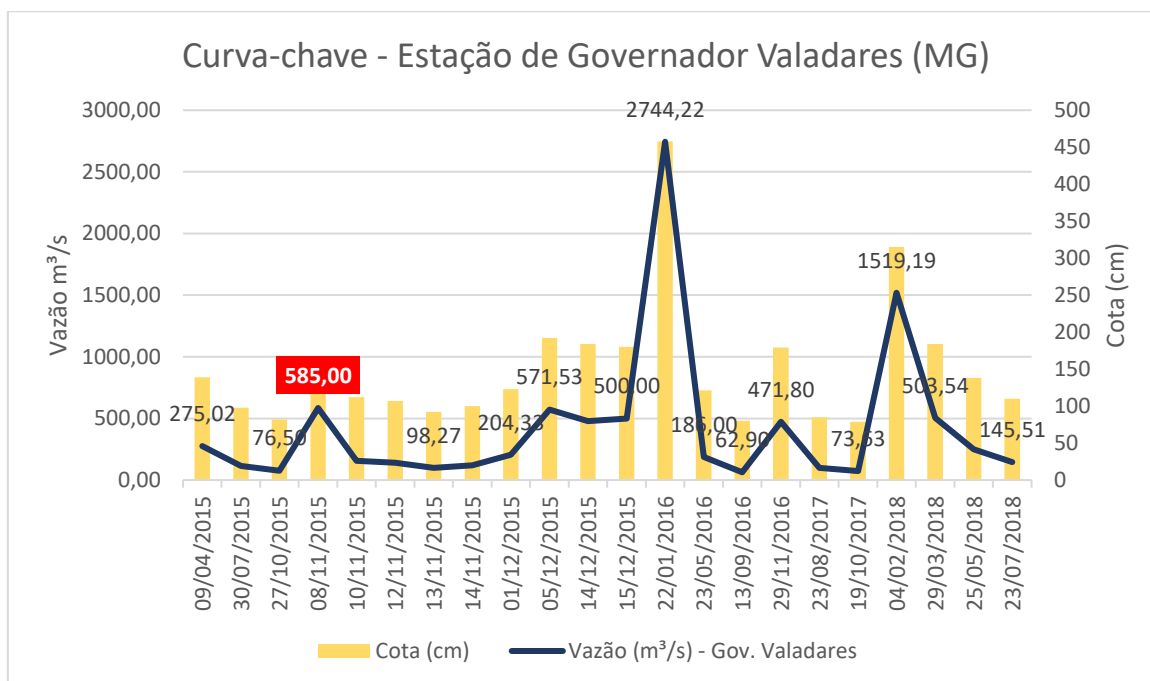
Considerando que o evento do rompimento causou duas ondas de passagem na bacia do Rio Doce (onda de cheia e onda de elevada turbidez) e que ambas podem ter gerado impactos no trecho fluvial próximo a área de estudo, foram analisados relatórios institucionais com dados relativos a vazão, granulometria, concentração e estimativa de descarga dos sedimentos em suspensão durante um breve período anterior ao rompimento, durante o momento crítico e posterior nas localidades próximas a área de estudo, onde são realizados o monitoramento hidrossedimentológico e coletas de amostras de campo eventuais.

Por fim, os dados de vazão, granulometria, concentração e estimativa de descarga dos sedimentos em suspensão pós rompimento foram interpretados em conjunto com as informações de hidrossedimentologia obtidas durante as expedições no mês de fevereiro de 2019, e são apresentadas no último item deste tópico, “Dinâmica fluvial”.

- **Vazão**

Tomando por base registros históricos sobre a vazão do Rio Doce próximo a área de estudo, foi realizada a análise do comportamento mais atual da vazão, entre abril de 2015 e julho de 2018, considerando um breve período anterior e posterior ao rompimento da Barragem de Fundão (Anexo I, MPF, 2017a). De acordo com os relatórios do CPRM/ANA (2015a; 2015b), a onda de cheia atingiu a cidade de Governador Valadares no dia 08 de novembro de 2015, com picos de vazão registrados na tarde do mesmo dia. Os dados utilizados no Gráfico 24 são referentes as amostragens geradas pelo CPRM/ANA (2015a; 2015b) e pelo monitoramento fluviométrico da ANA (2018) no município de Governador Valadares. Maiores detalhes sobre os valores de vazão e cota durante o período constam na Tabela 6, no Anexo I deste documento.

Gráfico 24 - Comportamento da vazão e cota (curva-chave) na Estação fluviométrica localizada no município de Governador Valadares (código 56850000), incluindo o monitoramento especial realizado na bacia do Rio Roce em dezembro de 2015. Em destaque vermelho: máxima de vazão diária registrada com a passagem da onda de cheia, no dia 08/11/2015



\*Vazão acima do limiar para alerta de cheia: de 1654 e 1877m³/s, segundo o CPRM/ANA. Fonte: CPRM/ANA (2015a; 2015b), ANA (2018).

Pode-se observar que de outubro/2015 até dezembro/2015 houve um aumento significativo da vazão nesse trecho do Rio Doce, que passou de 76,5 m³/s para 204,328 m³/s e chegando a 571,525 ainda em dezembro. Entre esse período, durante a passagem da onda de cheia, no dia 08/11/2015, houve súbito aumento da vazão com máxima diária de 585 m³/s, e nos dias decorrentes os valores começam a reduzir gradualmente até o dia 14/11/2015. Os valores máximos de vazão registrados durante a passagem da onda de cheia decorrente da ruptura da barragem, foram inferiores aos limiares de inundação de 1654m³/s e 1877m³/s, estabelecidos pelo CPRM/ANA para esse trecho do Rio Doce (2015a; 2015b). Portanto não foram geradas inundações em rompimento da Barragem de Fundão.

Em janeiro/2016 a vazão atinge seu pico, com valor médio de 2744, 015 m³/s, e ficando acima da média histórica de vazões máximas diárias (MPF, 2017). Tais índices tem relação com o aumento das chuvas durante esse período, especialmente no mês de janeiro, conforme apresentado no tópico sobre o clima regional.

O aumento da vazão influencia diretamente na remobilização de sedimentos depositados nas margens e no fundo dos rios, aumentando a tendência a processos erosivos nesses compartimentos e elevando as concentrações dos sólidos em suspensão totais (SST). Tais processos devem ter ocorrido com o material que já estava assentado ao longo da rede fluvial do Rio Doce e sub-bacias, especialmente porque a drenagem já havia recebido, no mês de novembro de 2015, a sobrecarga eventual dos sedimentos que tiveram origem do fluxo de rejeito de minério de ferro devido ao rompimento da Barragem de Fundão. Com a redução da vazão, o material tende a se depositar novamente ao longo da calha a jusante, conforme o peso dos sedimentos (granulometria) e das condições do relevo, e da cobertura da terra. Essa tendência ganha destaque a partir de fevereiro de 2016, quando a vazão é reduzida para 186 m³/s. Porém, em

novembro/2016, com a chegada das chuvas, a vazão novamente aumenta para 471,798 m³/s e com ela a tendência de remobilização dos materiais assentados ao longo do rio, da mesma forma que, posteriormente, entre o período chuvoso de 2017 a 2018, são registradas vazões de 1519,191 m³/s para o mês de fevereiro de 2018.

Ao correlacionar os valores de vazão com as cotas (altura do nível da água) também são observados resultados associados aos períodos chuvoso e de estiagem: o nível da água e da vazão é maior entre novembro a março (Gráfico 24). O maior nível da água e da vazão, que em geral ocorre durante o período chuvoso, aumenta a energia do fluxo e o potencial de mobilização de sedimentos.

- **Granulometria dos Sedimentos Suspensos**

Após a passagem da onda de cheia, a massa de água com elevada turbidez alcançou o trecho do Rio Doce próximo a área de estudo em menor velocidade do que a primeira onda, trazendo materiais em suspensão com diferenças granulométricas.

As amostras coletadas pelo CPRM/ANA (2015a; 2015b) no dia 10/11/2015 (um dia após a passagem da onda de elevada turbidez) e no dia 12/11/2015, indicou que, em Governador Valadares, o diâmetro mediano (D50%) dos sedimentos em suspensão foi de aproximadamente de 7 a 9µm, com uma média de 6,61 µm (silte muito fino). A média granulométrica de sedimentos mais finos (D10%) foi de 2,67 µm (argila grossa), e de sedimentos mais grosseiros (D90%) de 21,62 µm (areia muito fina), conforme pode ser observado na Tabela 46 e na Tabela 47, a seguir.

Tabela 46 - Granulometria dos sedimentos suspensos no dia 10/11/2015 em Governador Valadares (MG)

Data	Hora	Cota (cm)	D10% (µm)*	D50% (µm)*	D90% (µm)*
10/11/2015	07:40	121	2,761	6,91	23,576
10/11/2015	08:40	119,5	2,754	6,738	20,211
10/11/2015	09:40	117,2	2,75	6,598	19,335
10/11/2015	10:45	115	2,766	6,843	21,81
10/11/2015	11:40	113	2,809	7,172	26,253
10/11/2015	14:00	113,2	2,66	6,591	20,864
10/11/2015	15:00	115	2,778	6,863	21,164
10/11/2015	16:00	159	2,564	6,774	28,62
10/11/2015	17:00	116,8	2,604	6,326	19,978
10/11/2015	18:00	117,8	2,719	6,567	19,317
12/11/2015	07:45	107	2,203	5,309	16,693
Média granulométrica das amostras			2,67	6,61	21,62

Fonte: Adaptado do CPRM/ANA (2015a; 2015b)

\*Amostras em micrometro

Tabela 47 - Classificação granulométrica da *American Geophysical Union*

Diâmetro (mm)*	Denominação
64 a 32	Cascalho muito grosso
32 a 16	Cascalho grosso
16 a 8	Cascalho médio
8 a 4	Cascalho fino
4 a 2	Cascalho muito fino
2,00 a 1,00	Areia muito grossa
1,00 a 0,50	Areia grossa
0,50 a 0,25	Areia média
0,25 a 0,125	Areia fina
0,125 a 0,0625	Areia muito fina
0,0625 a 0,031	Silte grosso
0,031 a 0,016	Silte médio
0,016 a 0,008	Silte fino
0,008 a 0,004	Silte muito fino
0,004 a 0,0020	Argila grossa
0,0020 a 0,0010	Argila média
0,0010 a 0,0005	Argila fina
0,0005 a 0,00024	Argila muito fina

Fonte: CPRM/ANA (2015a; 2015b)

\*Amostras em milímetros

A proporção de sedimentos com granulometria mais fina indica que as frações mais grosseiras dos sólidos suspensos originados do fluxo de rejeito devem ter sedimentado nos trechos mais a montante do Rio Doce (CPRM/ANA, 2015a; 2015b).

## • Concentração dos sedimentos em suspensão

A concentração de sedimentos ou sólidos suspensos totais (SST) está relacionada a presença de partículas na água. Esses sedimentos podem ser originados de fontes pontuais e difusas de produção e carreamento, tais como a declividade, morfologia dos terrenos, tipos de solo, uso da terra e impactos decorrentes. Por isso, o SST é um parâmetro hidrossedimentológico de interesse para avaliação dos efeitos do rompimento da Barragem de Fundão no meio físico.

A partir da análise da série de dados históricos sobre sólido suspensos totais (o que inclui os sedimentos dissolvidos), entre o período de 1997 até 2015 no município de Governador Valadares, durante o verão as concentrações de SST são mais elevadas em relação ao período de estiagem. Na estação do IGAM RD044 (RDO08 do PMQQS) a média histórica para o período citado foi de 75 mg/L no período seco e 118 mg/L no período chuvoso (MPF, 2017, 2017a).

De acordo com o relatório do CPRM/ANA (2015a), os valores característicos de concentração de sedimentos suspensos em Governador Valadares é de 4 a 240 mg/L. Durante o período crítico, alguns dias após o



rompimento da Barragem de Fundão, entre os dias 10/11 e 12/11/2015, foram registradas concentração de sedimentos em suspensão na ordem de 50 mil mg/L (CPRM/ANA, 2015a).

Mais informações a respeito das concentrações de sedimentos suspensos têm sido geradas pelo IGAM/MG desde novembro de 2015, quando a Instituição iniciou o monitoramento sistemático de SST no Rio Doce. No Encarte Especial sobre a qualidade da água da bacia entre o período de 2015-2017, o IGAM avaliou as concentrações de sedimentos suspensos em dois períodos mais recentes: (i) 1º período pós-rompimento da Barragem de Fundão, entre 05/11/2015 a 04/11/2016 e; (ii) 2º período pós-rompimento da Barragem de Fundão, entre 05/11/2016 a 10/08/2017. Os dois períodos foram comparados com as séries históricas do IGAM/MG antes do rompimento da barragem, entre janeiro de 2000 a outubro de 2015. Os dados referentes a estação RD044, em Governador Valadares, podem ser observados na Tabela 48 e no Gráfico 25, a seguir.

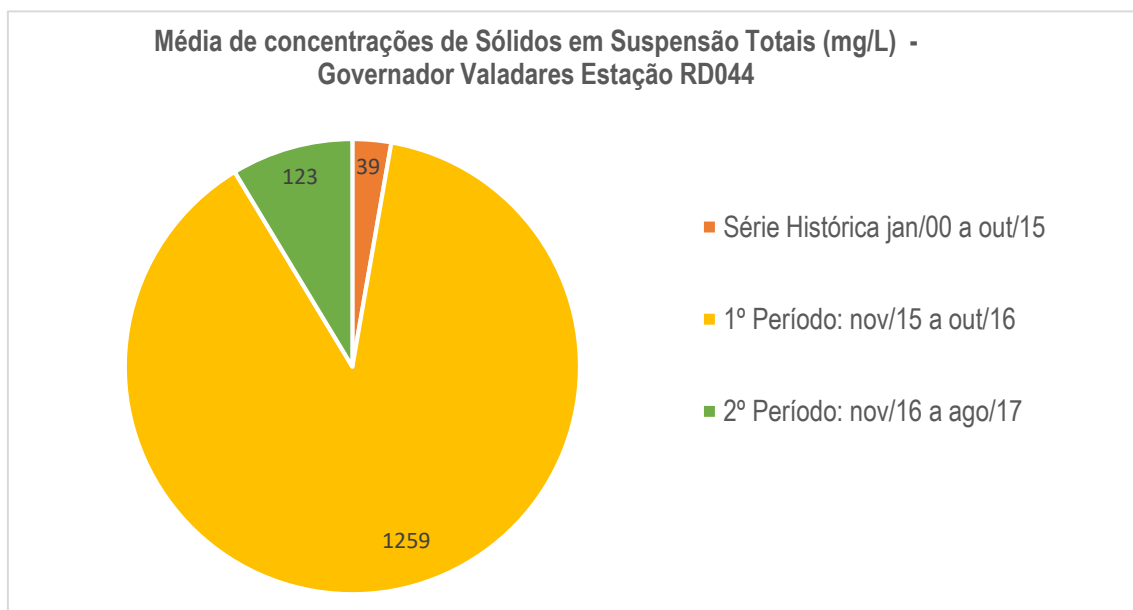
Tabela 48 - Sólidos em Suspensão Totais (mg/L) - Limite DN 01/08 = 100

RD044 - Gov. Valadares (mont.)		
<b>MÁXIMOS</b>	Série Histórica jan/00 a out/15	418
	1º Período: nov/15 a out/16	20.370
	2º Período: nov/16 a ago/17	678
<b>MÉDIA</b>	Série Histórica jan/00 a out/15	39
	1º Período: nov/15 a out/16	1259
	2º Período: nov/16 a ago/17	123
<b>MÍNIMO</b>	Série Histórica jan/00 a out/15	1
	1º Período: nov/15 a out/16	7
	2º Período: nov/16 a ago/17	8

Fonte: Adaptado do IGAM/MG (2017)

LEGENDA	
Valor em desconformidade, acima de 4x o limite	
Valor em desconformidade, até 4x o limite	
Valor em desconformidade, até 2x o limite	
Valor menor que o limite para SST	

Gráfico 25 - Média de concentrações de Sólidos em Suspensão Totais (mg/L) em Governador Valadares Estação RD044



Fonte: Adaptado do IGAM/MG (2017)

A partir dos dados do IGAM/MG, constata-se que os valores máximos e medianos de concentrações de SST se apresentaram bastante elevados durante o primeiro período (nov/2015 a out/2016), indicando que existe uma relação de sobrecarga no total desses sedimentos no curso do rio, que provavelmente está relacionado ao fluxo de rejeito de minério de ferro ejetado na drenagem do Rio Doce em 05/11/2015.

Em relação aos dados mais atuais de SST, o Relatório Parcial do PMQQS (2018, p. 35), realizado entre agosto de 2017 e janeiro de 2018, aponta que os valores da estação RDO08 em Governador Valadares (RDO44 do IGAM/MG) entre os meses de outubro/2017 a janeiro/2018 estiveram acima da média histórica, indicando que no trecho da área de estudo o aumento da vazão incidiu diretamente na remobilização dos sedimentos marginais e no leito do rio.

A análise conjunta da pluviosidade, vazão e dos sedimentos suspensos indica que existe um padrão de variação sazonal das concentrações de SST em função do aumento da vazão e do nível d'água, quando há uma maior incidência de precipitação em toda a bacia do Rio Doce: No período chuvoso o transporte de sedimentos suspensos do meio terrestre para os cursos d'água é intensificado pelo aumento da pluviosidade.

Verifica-se que o rejeito originado do rompimento da Barragem de Fundão está contribuindo com a elevação das concentrações de SST no trecho do Rio Doce próximo a área de estudo, principalmente durante o período chuvoso.

- **Estimativa da Descarga Sólida em Suspensão**

Com base no relatório do CPRM/ANA (2015a), neste tópico são apresentados os resultados da análise dos dados estimados sobre a descarga sólida em suspensão da massa de água com elevada turbidez, gerada pelo rompimento da Barragem de Fundão em novembro de 2015, no município de Governador Valadares (MG), onde está situada a área de estudo.

Para realização desse cálculo, o CPRM/ANA (2015a) utilizou: (i) dados de vazão do Rio Doce coletados na estação fluviométrica local, (ii) dados de concentração de sedimentos em suspensão por amostras do CPRM, coletadas durante o momento crítico da passagem da massa de água de elevada turbidez, e (iii) dados de concentração de sedimentos em suspensão amostrados pelo IGAM/MG em 2015. O relatório partiu da premissa de que a concentração de sedimentos em suspensão antes da ruptura da barragem no Rio Doce era de 100mg/L, valor também adotado pelo CPRM/ANA (2015a). Verifica-se na Tabela 49.

Tabela 49 - Estimativa da Descarga Sólida em Suspensão durante a passagem da massa de água

Estação	Data	Hora	Cota(cm)	Vazão(m³/s)	Css(mg/L) <sup>1</sup>	Qst(t) <sup>2</sup>
Governador Valadares	08/11/2015	12:00	140	258,8	100	504.637
	10/11/2015	08:00	118	175,1	36.240	21.631
	10/11/2015	09:00	116	168,15	33.728	21.559
	10/11/2015	10:00	114	161,52	39.040	24.873
	10/11/2015	11:00	113	157,88	47.582	27.877
	10/11/2015	12:00	112	156,55	50.942	57.714
	10/11/2015	14:00	114	163,18	49.372	29.304
	10/11/2015	15:00	115	166,16	49.490	24.640
	10/11/2015	16:00	116	168,48	32.442	24.363
	10/11/2015	17:00	117	172,79	46.700	28.999
	10/11/2015	18:00	117	172,12	46.718	668.502
	12/11/2015	08:00	107	139,44	12.422	93.194
	13/11/2015	12:00	92	98,27	1.190	7.628
	14/11/2015	12:00	100	119,27	500	-
<b>Total</b>		<b>1.534.920</b>				

<sup>1</sup>Css (Concentração de sedimentos suspensos), <sup>2</sup>Qst (Descarga sólida em suspensão estimada durante a passagem da massa de água). Fonte: Alterado do CPRM/ANA (2015a)

Os valores estimados para a descarga sólida em suspensão durante a passagem da massa de água com elevada turbidez foram comparados com a descarga sólida em suspensão média anual e a descarga sólida em suspensão que seria registrada na estação de Governador Valadares caso não houvesse a ruptura da Barragem de Fundão (CPRM/ANA, 2015a). A comparação dos dados pode ser observada na Tabela a seguir.

Tabela 50 - Descarga sólida em suspensão

Estação	Descarga sólida anual (t/ano)	Vazão média evento (m³/s) (1)	Descarga sólida esperada sem ruptura (t)	Descarga sólida Estimada com ruptura (t)
Governador Valadares	1,5M	376	6.900	1,5M

Fonte: Alterado do CPRM/ANA (2015a)

(1) Vazão média durante a passagem da onda de cheia

Observa-se que a estimativa da descarga sólida em suspensão, durante a passagem da massa da água com elevada turbidez, em Governador Valadares foi de 1,5Mt. Nesse ponto a descarga sólida estimada foi equivalente a descarga sólida em suspensão anual, indicando que, a quantidade de sedimentos em suspensão transportada nesta seção do Rio Doce durante a passagem da massa d'água com elevada turbidez foi muito elevada. (CPRM/ANA, 2015a). De acordo com o CPRM/ANA (2015a), considerando que densidade específica aparente do rejeito de minério de ferro é na ordem de  $2t/m^3$ , o volume de sedimentos registrado no trecho de estudo durante a passagem da massa de água com elevada turbidez foi de  $0,75Mm^3$  (milhões de metros cúbicos).

- **Dinâmica fluvial**

A partir da análise dos dados de vazão e sólidos suspensos totais junto a bibliografia consultada (CPRM/ANA, 2015a; 2015b; VERVLOET, 2016; MPF, 2017a; GOLDER, 2018), e as expedições de campo realizadas em fevereiro de 2019, verificou-se que os impactos ambientais, causados pelo rompimento da Barragem de Fundão na área de estudo, se concentraram na calha do Rio Doce, ilhas fluviais, margens deposicionais (convexas) e zonas de confluência com córregos tributários.

Nesse trecho a análise dos dados hidrossedimentológicos de vazão e concentrações de sólidos suspensos totais (SST), corroboram a afirmativa de que: após a passagem da onda de cheia, no dia 08/11/15, e de elevada turbidez, no dia 09/11/15, o fluxo do rio foi voltando a sua normalidade, sendo condicionada pela chegada das chuvas e, posteriormente, pela época de seca.

Nas imediações do município de Governador Valadares o fluxo de rejeito já tinha perdido parte de sua competência (energia de transporte de sedimentos) para os trechos a montante, onde o gradiente do rio era mais elevado. No trecho analisado a granulometria dos sedimentos era basicamente composta por silte e argila (sedimentos finos), sendo carregado em suspensão na coluna d'água do rio (CPRM/ANA, 2015a; 2015b).

Durante os primeiros dias pós a passagem da onda de elevada turbidez, a capacidade do fluxo (quantidade máxima de sedimentos passíveis de serem transportados pelo rio em um determinado período de tempo) continuou elevada, o que pode ser verificado pela elevação da carga de sólidos suspensos totais na seção analisada pelo CPRM/ANA (2015a; 2015b) e por outras informações apresentadas neste relatório. Sob suspensão, a velocidade média das partículas fica próxima da velocidade do escoamento, com predomínio de partículas de argila e silte concentrados próximo ao leito.

Não foram constatadas inundações decorrentes do fluxo de rejeito, apenas com a chegada das chuvas, em janeiro de 2016, trazendo muitos sedimentos que se depositaram em algumas áreas da planície fluvial. Estes depósitos foram sendo gradualmente removidos com a chegada dos períodos de chuva posteriores (2017/2018 e 2018/2019).

Considerando as análises dos dados antes, durante e posterior ao rompimento da Barragem de Fundão, pode-se deduzir que as concentrações de sedimentos em suspensão reduziram com o tempo, principalmente após o período crítico, monitorado pelo CPRM/ANA. Mesmo assim no período chuvoso posterior ao desastre, entre 2016/2017, as concentrações de sólidos suspensos totais voltaram a se elevar em relação aos dados máximos da média histórica (CPRM/ANA, 2015a; 2015b; MPF, 2017a; IGAM/MG, 2017; GOLDER, 2018). Esse comportamento se repete no período chuvoso seguinte (2017/2018), e após ele começa a apresentar alguma redução. Isso significa que o Rio Doce ainda possui uma carga de sedimentos em suspensão

(decorrente do rompimento da Barragem de Fundão), que ainda tem sido mobilizada para a jusante principalmente com o aumento das chuvas e da vazão, aumentando a descarga sólida no trecho do Rio Doce contemplados pelos limites da área de estudo.

Conforme o fluxo de rejeito percorreu a drenagem, interagindo com os sedimentos de diferentes texturas, foi aumentando sua capacidade, ganhando velocidade para mobilização dos materiais. Assim, na medida em que os sedimentos mais pesados foram sendo depositados nas seções de maior gradiente e zonas morfológicamente propícias a retenção destes materiais, a carga do leito foi sendo reduzida, o que não ocorreu com tanta facilidade com os sedimentos suspensos e dissolvidos. Estes sedimentos continuaram sendo levados na coluna d'água, até seções à jusante da área de estudo, interferindo na qualidade da água.

#### **6.1.4 Qualidade da água**

Definida a linha-de-base para a qualidade de água do Rio Doce na área de estudo, a Análise de Impacto foi realizada a partir dos dados apresentados e analisados por Golder (2018). Estes dados são fruto de amostragens e análises conduzidas por onze laboratórios acreditados, e devidamente sujeitos a procedimentos de controle de segurança de qualidade (QA/QC) pela Fundação Renova. Este relatório (Golder 2018) foi aprovado pela Fundação Renova no final de 2018, sendo, portanto, o mais recente documento disponível para o presente estudo.

Do ponto de vista de cobertura espacial, a rede compreende 181 pontos de amostragem no Rio Doce, afluentes e lagoas marginais. Estes pontos foram agrupados ao redor de áreas urbanas e estações de monitoramento de qualidade de água do IGAM e AGERH (fonte de informações para a construção da linha-de-base). Para este estudo são utilizados os dados relativos à localidade de Governador Valadares.

Do ponto de vista de cobertura temporal, a amostragem compreende o período entre 6 de novembro de 2015 - dia seguinte ao rompimento da Barragem de Fundão – e 27 de setembro de 2017, data coincidente com a mudança do programa de monitoramento de qualidade de água e sedimentos do Rio Doce para o Programa de Monitoramento Quali-Quantitativo Sistemático (PMQQS).

Por conta do importante papel da sazonalidade na dinâmica do Rio Doce, e suas potenciais consequências para a qualidade da água, esta série temporal foi dividida em 5 períodos: T1, de 6/11/2015 a 31/12/2015 (55 dias), correspondendo às primeiras semanas da passagem da pluma de rejeitos no final da temporada seca de 2015 e o início da temporada chuvosa de 2015-2016; T2, de 1/1/2016 a 31/3/2016 (90 dias), correspondendo ao restante da temporada chuvosa de 2015-2016; T3, de 1/4/2016 a 30/9/2016 (182 dias), correspondendo à temporada seca de 2016; T4, de 1/10/2016 a 31/3/2017 (181 dias), correspondendo à temporada chuvosa de 2016-2017, isto é, a segunda temporada chuvosa desde o rompimento da Barragem de Fundão; e T5, de 1/4/2017 a 27/7/2017 (180 dias), correspondendo à temporada seca de 2017 (T5).

Os parâmetros de qualidade da água foram agrupados da seguinte maneira (Golder, 2018):

Grupo I. Parâmetros sem evidência de alteração no momento pós-rompimento da Barragem.



Grupo II. Parâmetros com evidência de alteração de curto prazo, isto é, com alteração registrada logo após a chegada da pluma de rejeitos (T1) e/ou no restante da mesma estação chuvosa (T2).

Grupo III. Parâmetros com alteração persistente (continuada) ou recorrente (sazonal), isto é, com evidência de alteração logo após a chegada da pluma de rejeitos (T1 e/ou T2), e que persistiram ou voltaram a ocorrer em T3 (estação seca subsequente) e/ou T4 (estação chuvosa subsequente).

Grupo IV. Parâmetros para os quais há dados limitados.

Estes agrupamentos foram feitos em referência ao comportamento de parâmetros de qualidade de água ao longo do Rio Doce como um todo. Neste relatório esta abordagem é complementada com uma análise do comportamento dos parâmetros de qualidade de água especificamente na região de Governador Valadares.

Restringimos nossa análise aos parâmetros físicos, químicos e biológicos caracterizados na linha-de-base, isto é, aqueles que já vinham sendo regularmente monitorados pelo IGAM antes do rompimento da Barragem de Fundão. Desta forma, pudemos avaliar o comportamento de 13 parâmetros básicos de qualidade de água, 32 elementos e íons (incluindo uma variedade de metais e metalóides, bem como as séries de nitrogênio e fósforo, importantes macronutrientes para produtores primários), 4 indicadores de contaminação microbiológica, 3 contaminantes orgânicos ou indicadores de contaminação orgânica e 3 parâmetros indicadores de biomassa do fitoplâncton.

## Resultados

O rompimento da Barragem de Fundão teve consequências pronunciadas para a qualidade da água do Rio Doce a jusante. Dezenove parâmetros físicos, químicos e biológicos extrapolaram a linha-de-base nas primeiras semanas e meses após a passagem da pluma de rejeitos sendo, portanto, consideradas alterações de curto prazo (Parâmetros do Grupo II) (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Vinte e cinco outros parâmetros extrapolaram a linha-de-base tanto nas primeiras semanas e meses após a passagem da pluma de rejeitos como nas temporadas seca e/ou chuvosa subsequentes sendo, portanto, consideradas alterações persistentes ou recorrentes (Parâmetros do Grupo III) (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Concluindo, nada menos que 44 parâmetros físicos, químicos e biológicos, muitos deles de sabida relevância ambiental, foram alterados a partir do rompimento da Barragem de Fundão.

Este quadro regional é também observado em Governador Valadares, exceto que onze dos parâmetros classificados regionalmente como 'de alterações de curto prazo' continuaram excedendo, ou voltaram a exceder localmente os limites superiores da linha-de-base na temporada seca de 2016 e/ou chuvosa de 2016/2017 (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Por sua vez, um parâmetro classificado como 'de alteração persistente ou recorrente' na escala regional é mais apropriadamente descrito como 'de alteração de curto prazo' na escala local.

Segue abaixo uma descrição dos padrões que emergem para o Rio Doce em Governador Valadares.

Sólidos totais, sólidos em suspensão totais, sólidos dissolvidos totais e turbidez são os parâmetros de qualidade de água mais diretamente relacionados à injeção da carga de rejeitos de mineração no sistema fluvial. Coerentemente, estes parâmetros foram elevados em ao menos uma (~10X), e às vezes próximo de duas (~100X), ordens de grandeza acima dos limites superiores da linha-de-base em Governador Valadares (Figura 68). Muito importante, estes parâmetros continuaram apresentando valores acima dos limites

superiores da linha-de-base nas temporadas seca e chuvosa subsequentes, mais de um ano após o rompimento da Barragem (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

Alcalinidade, dureza e pH são grandezas relacionadas. A alcalinidade é a capacidade de neutralização de ácidos de uma solução, conferida pela presença de espécies químicas dissolvidas capazes de aceitar e neutralizar prótons; estas são usualmente ânions de ácidos fracos como o carbonato e o bicarbonato, bem como os hidróxidos (Wetzel & Likens 2000). Uma vez que sais em solução contribuem tanto com ânions como com cátions, águas com alta alcalinidade usualmente apresentam também alta dureza, grandeza relacionada à concentração de cátions polivalentes como o cálcio e o magnésio (Wetzel & Likens 2000).

Todas estas grandezas – alcalinidade, dureza e pH – foram elevadas em Governador Valadares após o rompimento da Barragem de Fundão. A alcalinidade de bicarbonatos e a alcalinidade total aumentaram de forma pronunciada nas semanas que se seguiram à chegada da pluma de rejeitos. Valores acima dos limites superiores da linha-de-base continuaram sendo registrados, quase que continuamente, na temporada de seca de 2016 e na temporada chuvosa de 2016/2017. Cálcio total, magnésio total, dureza do cálcio, dureza do magnésio e dureza total aumentaram para além dos limites históricos no final da temporada de seca de 2015 e na temporada chuvosa de 2015/2016, e se mantiveram na temporada de seca de 2016 e/ou na temporada chuvosa de 2016/2017 (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**, ver Golder 2018 para gráficos individuais). A tendência de médio e longo prazo no pH da água do Rio Doce em Governador Valadares após o rompimento da Barragem de Fundão foi de incremento. Observou-se uma alta frequência de registros acima do limite superior da linha-de-base na segunda metade da temporada chuvosa de 2015/2016, na temporada seca de 2016, e na temporada chuvosa de 2016/2017 (Figura 69). Curiosamente, nas primeiras três ou quatro semanas após o rompimento da Barragem de Fundão a massa de dados inclui ao menos uma dezena de pontos com valores bem abaixo do limite inferior da linha-de-base (Figura 69).

A alta concentração de íons dissolvidos na água, evidenciada pela elevação na alcalinidade, na dureza e no pH, e confirmada pelos registros abundantes de nitrato, nitrito, amônia, sulfato, sulfeto, cloreto, cálcio, sódio, e dezenas de metais (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**), parte dos quais decerto na forma iônica, explicam a consistente elevação em valores de condutividade elétrica na água do Rio Doce após a passagem da pluma de rejeitos. Esta importante variável de síntese atingiu valores quase 1000 vezes acima da linha-de-base nas semanas que se seguiram à chegada da pluma de rejeitos, e se manteve acima dos valores históricos na temporada seca de 2016, na temporada chuvosa de 2016/2017, e na temporada seca de 2017 (Figura 69).

De todos os parâmetros registrados ao longo da série histórica pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas, o oxigênio dissolvido é o único que apresentou decréscimo após o rompimento da Barragem de Fundão (Figura 70). Na verdade, dezenas de leituras abaixo dos limites mínimos da linha-de-base foram registrados nos primeiros quatro ou cinco meses após a chegada da pluma de rejeitos, incluindo uma leitura de 1,2 mg/L no início de dezembro de 2015. Concentrações de oxigênio dissolvido abaixo dos valores históricos continuaram sendo registrados na temporada de seca de 2016, na temporada chuvosa de 2016/2017 e na temporada seca de 2017 (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Trata-se, portanto, de uma importante alteração de longo prazo na qualidade da água do Rio Doce em Governador Valadares.

Juntamente com as alterações nos sólidos suspensos e na turbidez, as notáveis elevações nas concentrações de ferro dissolvido, alumínio dissolvido e manganês total são testemunho inequívoco do rompimento da Barragem de Fundão. Tratam-se, afinal, dos elementos dominantes na composição química do rejeito (Hydrobiology 2015). Estes elementos estiveram em concentrações até duas ordens de grandeza acima dos limites superiores da linha-de-base em Governador Valadares nos primeiros meses após a chegada da pluma de rejeitos, e continuaram apresentando valores elevados na temporada seca e chuvosa subsequentes (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**, Figura 71).

A maior parte dos outros metais e metalóides registrados pelo IGAM no período pré-rompimento na região de Governador Valadares também tiveram suas concentrações elevadas após o rompimento da Barragem do Fundão. Chumbo total e mercúrio total apresentaram evidentes alterações de curto prazo, enquanto arsênio total, cádmio total, cobre dissolvido, cobre total, cromo total e zinco total apresentaram alterações persistentes ou recorrentes (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**, Figura 72, Figura 73). Arsênio, cromo e zinco atingiram concentrações uma ordem de grandeza maiores do que os limites superiores da linha-de-base.

Também foram notáveis as elevações nas concentrações de macronutrientes como o nitrogênio e o fósforo, na carga orgânica, e na contaminação microbiológica.

As concentrações de nitrato e nitrito aumentaram até duas ordens de grandeza acima do limite superior da linha-de-base logo nas duas ou três semanas que se seguiram à chegada da pluma de rejeitos, num padrão bastante pronunciado e bem definido (Figura 74). O nitrito continuou apresentando concentrações elevadas na temporada seca de 2016 e na temporada chuvosa de 2016/2017, enquanto a elevação do nitrato foi claramente circunscrita à passagem da pluma de rejeitos e ao início da temporada chuvosa subsequente. Já a concentração de nitrogênio amoniacal total aumentou mais de uma ordem de grandeza acima do limite superior da linha-de-base, mas num padrão mais difuso e espalhado ao longo de cerca de 4 meses (Golder 2018). Da mesma forma que o nitrogênio, as concentrações de fósforo total aumentaram substancialmente (> 10X acima do limite superior da linha-de-base) com a chegada da pluma de rejeitos e ao longo de toda a temporada chuvosa subsequente. Valores muito altos continuaram sendo registrados mais ocasionalmente até o final da temporada seca quase um ano após o rompimento da Barragem de Fundão, e concentrações acima do limite superior da linha-de-base ainda eram registrados na temporada chuvosa de 2016/2017 (Figura 71).

A carga orgânica foi substancialmente elevada na água do Rio Doce, conforme evidenciado pela demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e da demanda química de oxigênio (DQO). Tanto uma quanto outra atingiram valores uma ordem de grandeza acima do limite superior da linha-de-base, e valores elevados continuaram sendo registrados na temporada seca de 2016, na temporada chuvosa de 2016/2017, e mesmo na temporada seca de 2017 (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**, Figura 75). Trata-se, portanto de parâmetros de alteração persistente e/ou recorrente em Governador Valadares.

Coliformes totais, coliformes termotolerantes ('fecais') e estreptococos fecais apresentaram todos contagens muito elevadas após o rompimento da Barragem de Fundão (> 10X no caso de coliformes, > 100X no caso dos estreptococos). As altas contagens de coliformes aparentam ser melhor caracterizadas como alterações de curto prazo, uma vez que valores acima da linha-de-base estão mais claramente associadas aos primeiros meses de chegada da pluma de rejeitos (Figura 75). Por sua vez, as altas contagens de estreptococos, registradas tanto nos primeiros dois meses após a chegada da pluma de rejeitos como na temporada chuvosa de 2016/2017, são melhor descritas como alterações recorrentes.

Não foram observadas alterações claras na biomassa de fitoplâncton, conforme evidenciado pela concentração de clorofila a (Figura 76) ou mesmo pela contagem de cianobactérias. Neste último caso, valores acima dos limites superiores da linha-de-base foram registrados na temporada seca de 2016 e na chuvosa de 2016/2017, mas os dados são esparsos para tecer maiores considerações (Golder 2018).

Não há dados prévios ou posteriores que permitam analisar de forma objetiva as eventuais consequências do Rompimento da Barragem de Fundão sobre a qualidade da água dos afluentes do Rio Doce em Governador Valadares.

Em particular, para (a) parâmetros básicos de qualidade de água (b) elementos químicos, incluindo metais e metalóides (c) macronutrientes (d) contaminantes microbiológicos (e) contaminantes orgânicos e (f) fitoplâncton. Para cada parâmetro é apresentada a tendência da alteração, quais sejam, de diminuição (↓) e de aumento (↑). Parâmetros para os quais não há tendência de alteração são indicados com (↔) e parâmetros sem padrões claros com (?). 'Nível regulatório' se refere aos padrões CONAMA 357/2005 e COPAM 1/2008.

Tabela 51 - Resumo das alterações na qualidade de água do Rio Doce em geral, e no rio Doce em Governador Valadares em particular, para (a) parâmetros básicos de qualidade de água (b) elementos químicos, incluindo metais e metalóides (c) macronutriente (d) contaminantes orgânicos e (f) fitoplâncton.

Para cada parâmetro é apresentada a tendência da alteração, quais sejam, de diminuição (↓) e de aumento (↑). Parâmetros para os quais não há tendência de alteração são indicados com (↔) e parâmetros sem padrões claros com (?). 'Nível regulatório' se refere aos padrões CONAMA 357/2005 e COPAM 1/2008.

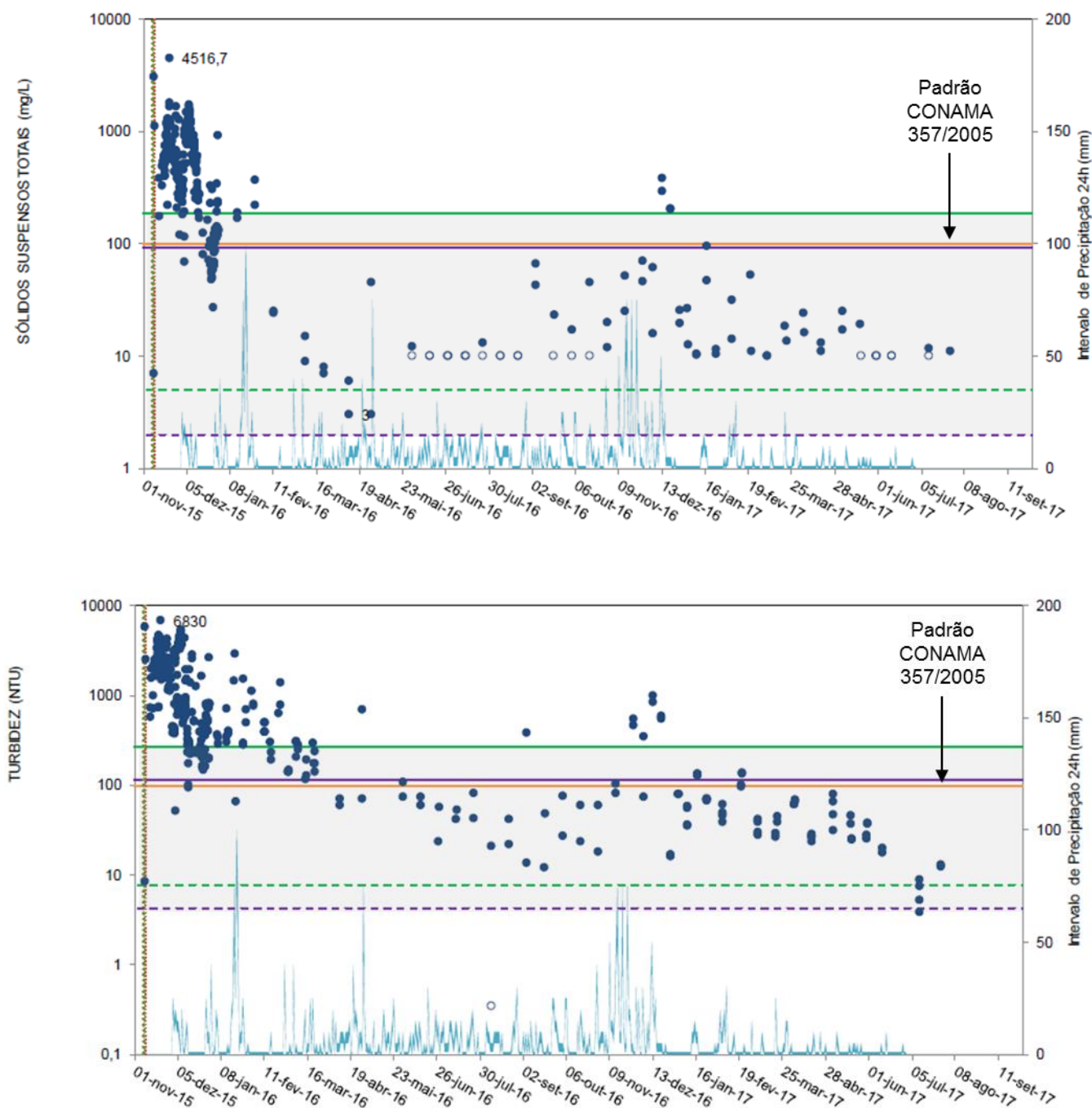
	Direção da mudança	Avaliação Global para o rio Doce			Rio Doce em Governador Valadares			
		Dados Limitados	Sem Alteração Percebida	Alteração de Curto Prazo	Alteração Persistente ou Recorrente	Pulsos ultrapassaram nível histórico em T1/T2	Pulsos ultrapassaram nível regulatório em T1/T2	Pulsos ultrapassaram nível histórico em T4
Parâmetros Básicos								
Sólidos dissolvidos totais	↑			X	X	X	X	X
Sólidos em suspensão totais	↑			X	X	X	X	X
Sólidos totais	↑			X	X	ND	X	ND
Turbidez	↑			X	X		X	X
Condutividade	↑		X		X	ND	X	ND
Oxigênio dissolvido	↓			X	X		X	X
pH	↑		X		X	X	X	X
Alcalinidade do bicarbonato	↑		X		X	ND	X	ND
Alcalinidade total	↑		X		X	ND	X	ND
Dureza de cálcio	↑		X		X	ND	X	ND
Dureza de magnésio	↑		X		X	ND	X	ND
Dureza total	↑		X		X	ND	X	ND
Cor verdadeira				X	X		X	X
Inorgânicos								
Alumínio dissolvido	↑			X	X		X	X
Alumínio total	↑			X	X	ND	X	ND
Arsênio total	↑			X	X		X	X
Bário total	↑			X	X		X	X
Boro dissolvido	?	X				ND	?	ND

Boro total	↑		X	X	X	X	0	X
Cádmio total	↑		X	X	X	X	X	X
Cálcio total	↑		X	X	ND	X	ND	X
Chumbo total	↑		X	X	X	X	X	0
Cianeto livre	↑		X	X	X	X	X	0
Cloreto total	↑		X	X	X	X	0	X
Cobre dissolvido	↑		X	X	X	X	X	X
Cobre total	↑		X	X	ND	X	ND	X
Cromo hexavalente	↔	X			ND	0	ND	0
Cromo total	↑		X	X	X	X	X	X
Cromo trivalente	↑	X			ND	X	ND	?
Ferro dissolvido	↑		X	X	X	X	X	X
Magnésio total	↑		X	X	ND	X	ND	X
Manganês total	↑		X	X	X	X	X	X
Mercurio total	↑		X	X	X	X	X	0
Níquel total			X	X	°	0	X	0
Selênio total	↔	X				0	0	0
Sódio dissolvido	?	X			ND	?	ND	?
Sulfato total	↑		X	X	X	X	0	X
Sulfeto	?		X	ND	X	?	X	?
Zinco total	↑		X	X	X	X	X	X
<b>Macronutrientes</b>								
Fósforo total	↑		X	X	X	X	X	X
Nitrato	↑		X	X	X	X	X	0
Nitrito	↑		X	X	X	X	X	X
Nitrogênio amoniacal total	↑		X	ND	X	X	X	0
Nitrogênio orgânico			X	X	ND	?	ND	?
Potássio dissolvido	?	X			ND	?	ND	?
<b>Microbiológicos</b>								
Coliformes termotolerantes	↑		X	X	X	X	X	X
Coliformes totais	↑		X	ND	ND	X	ND	X
<i>Escherichia coli</i>		X			ND	0	ND	0
Estreptococos fecais	↔	X			ND	X	ND	X
<b>Orgânicos</b>								
Demanda Bioquímica de Oxigênio	↑		X	X	X	X	X	X
Demanda Química de Oxigênio	↑		X	X	ND	X	ND	X
Fenóis totais	↔	X				0	0	0
<b>Fitoplâncton</b>								
Clorofila a	?		X	X	X	?	X	?
Feofitina a			X		ND	0	ND	X
Densidade de cianobactérias	↑		X		ND	X	ND	X



Figura 68 - Sólidos em suspensão totais (acima) e turbidez (abaixo) na água do Rio Doce em Governador Valadares.

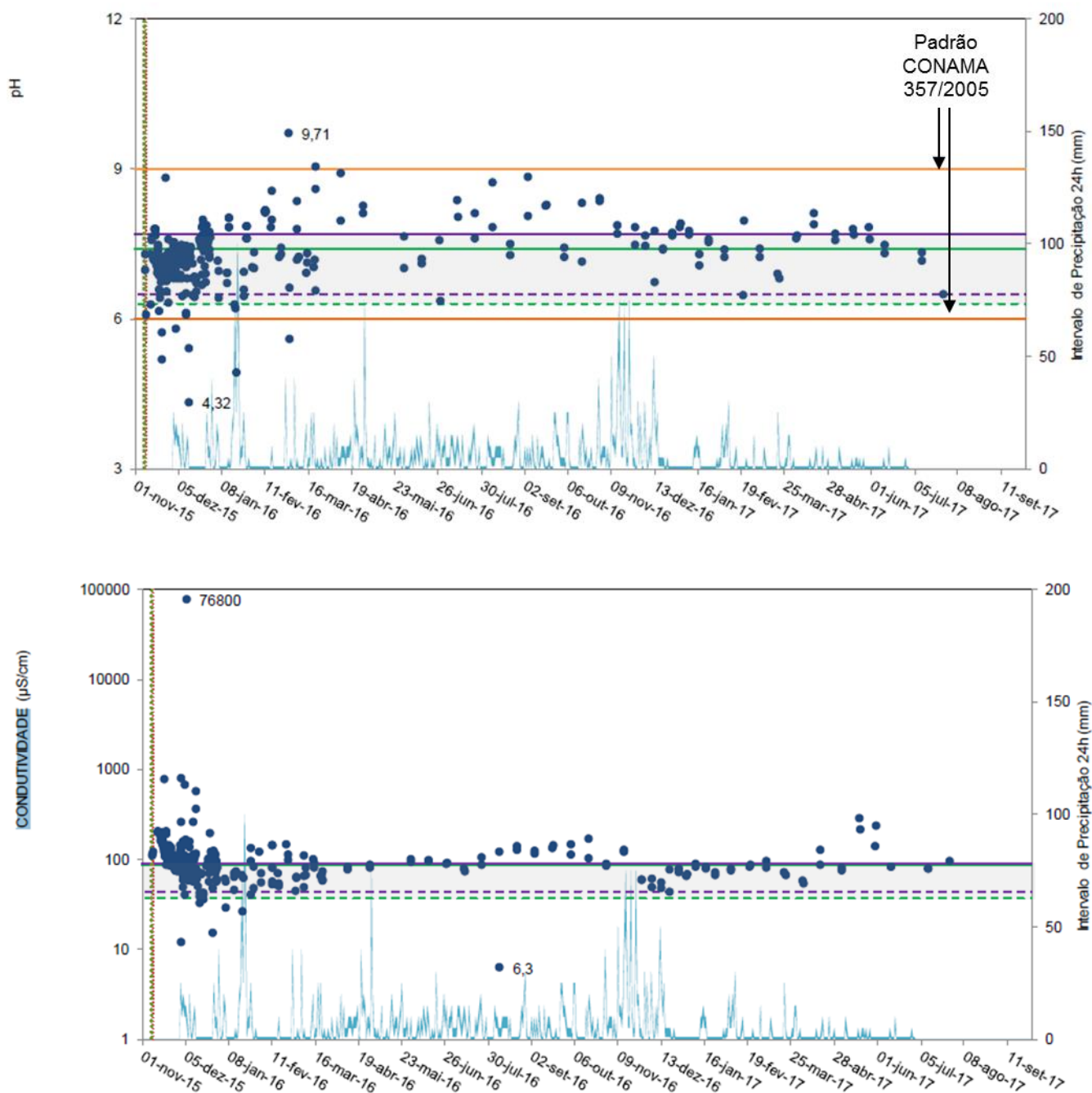
São apresentados como referência a linha-de-base histórica (caixa cinza) delimitada pelo 5°. e 95°. percentil dos valores medidos no período chuvoso (linhas verdes tracejada e contínua, respectivamente) e pelo 5°. e 95°. percentil dos valores medidos no período seco (linhas roxas tracejada e contínua, respectivamente; dados do Instituto Mineiro de Gestão das Águas). São ainda apresentados o valor máximo para rios de Classe II de acordo com a resolução CONAMA 357/2005 (linha laranja), bem como a precipitação diária (gráfico de linha azul). Pontos azuis preenchidos são valores quantificados, pontos azuis vazios são valores não-quantificados (abaixo dos limites de quantificação na ocasião da análise). Note a escala logarítmica. Gráficos extraídos de Golder (2018). Esta legenda explicativa se aplica para todos os gráficos de qualidade de água.



Nos dois anos que se seguiram ao rompimento da Barragem do Fundão, sólidos em suspensão e turbidez são os parâmetros físicos mais diretamente ligados à passagem do lodo de rejeitos no Rio Doce. São

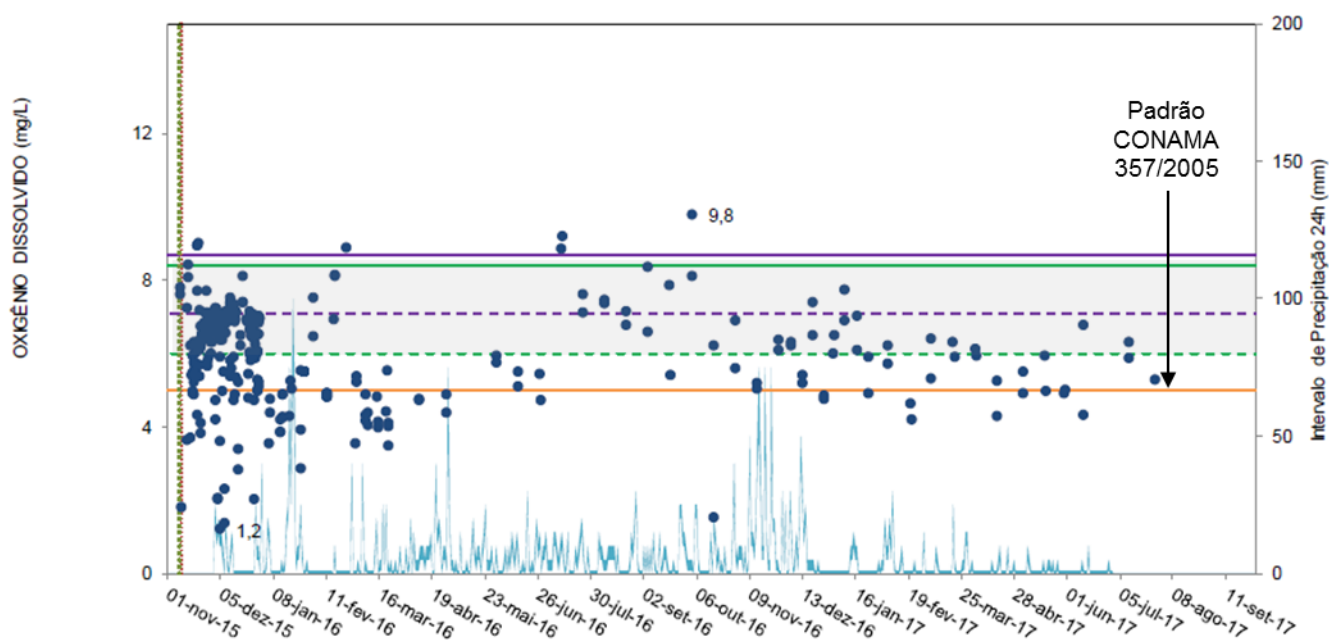
apresentados como referência a linha-de-base histórica (caixa cinza; dados do Instituto Mineiro de Gestão das Águas) e o valor máximo para rios de Classe II de acordo com a resolução CONAMA 357/2005 (linha laranja), bem como a precipitação diária (gráfico de linha azul). Note a escala logarítmica. Gráficos extraídos de Golder (2018).

Figura 69 - pH (acima) e condutividade (abaixo) na água do Rio Doce em Governador Valadares.



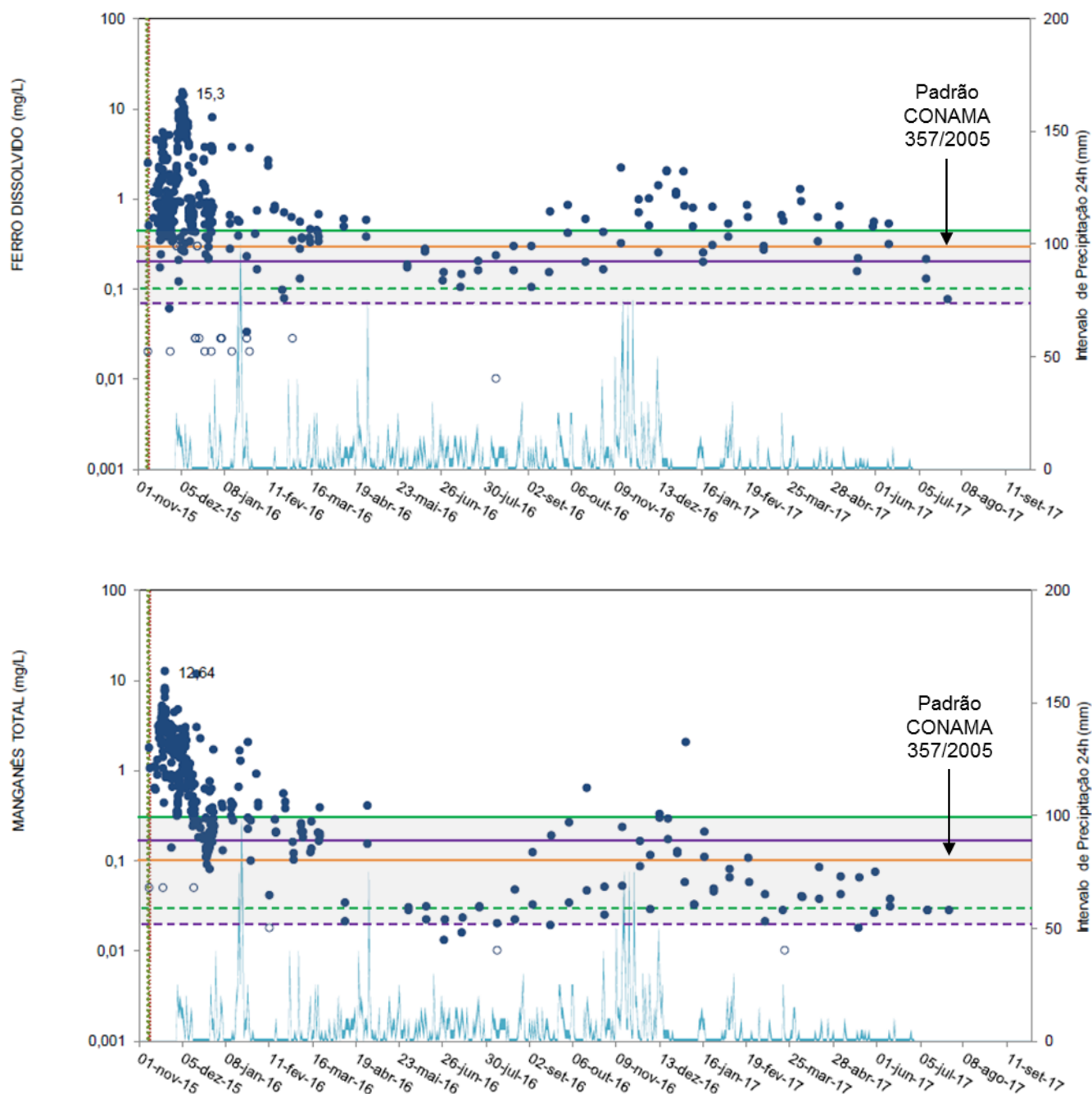
Nos 2 anos que se seguiram ao rompimento da Barragem do Fundão. São apresentados como referência a linha-de-base histórica (caixa cinza; dados do Instituto Mineiro de Gestão das Águas) e os valores mínimo e máximo de pH para rios de Classe II de acordo com a resolução CONAMA 357/2005 (linha laranja; não há padrão CONAMA para condutividade), bem como a precipitação diária (gráfico de linha azul). Note a escala logarítmica, no caso da condutividade. Gráficos extraído de Golder (2018).

Figura 70 - Oxigênio dissolvido na água do Rio Doce em Governador Valadares



Nos 2 anos que se seguiram ao rompimento da Barragem do Fundão. São apresentados como referência a linha-de-base histórica (caixa cinza; dados do Instituto Mineiro de Gestão das Águas) e o valor mínimo para rios de Classe II de acordo com a resolução CONAMA 357/2005 (linha laranja), bem como a precipitação diária (gráfico de linha azul). Gráfico extraído de Golder (2018).

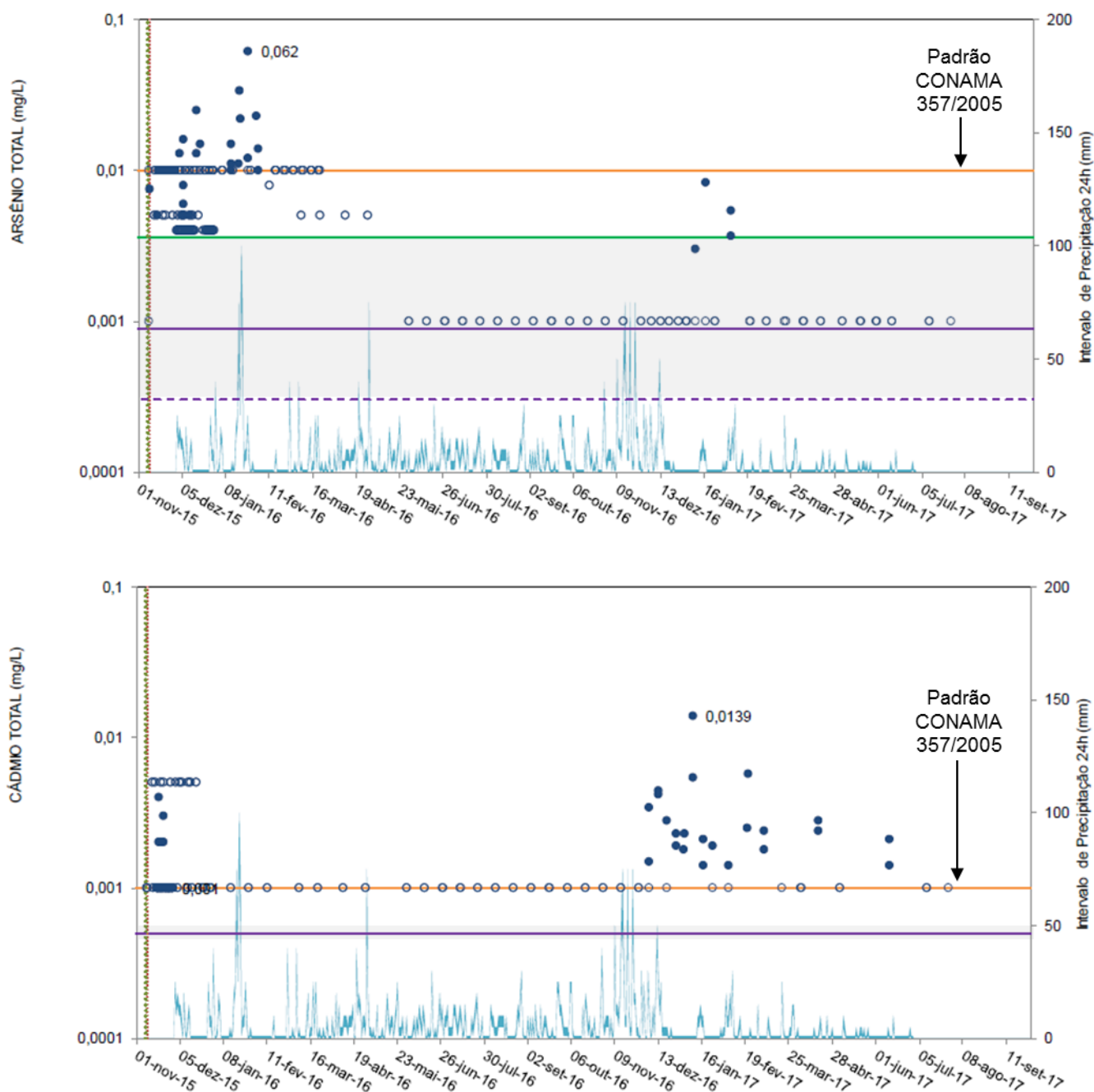
Figura 71 - Ferro Total (acima) e Manganês Total (abaixo) na água do Rio Doce em Governador Valadares.



Nos 2 anos que se seguiram ao rompimento da Barragem do Fundão. Ferro, alumínio (não mostrado) e manganês são os elementos metálicos dominantes no rejeito de mineração depositado na Barragem de Germano, e, por extensão, na Barragem de Fundão (Hydrobiology 2015). São apresentados como referência a linha-de-base histórica (caixa cinza; dados do Instituto Mineiro de Gestão das Águas) e os valores máximos para rios de Classe II de acordo com a resolução CONAMA 357/2005 (linha laranja), bem como a precipitação diária (gráfico de linha azul). Note as escalas logarítmicas. Gráficos extraídos de Golder (2018).

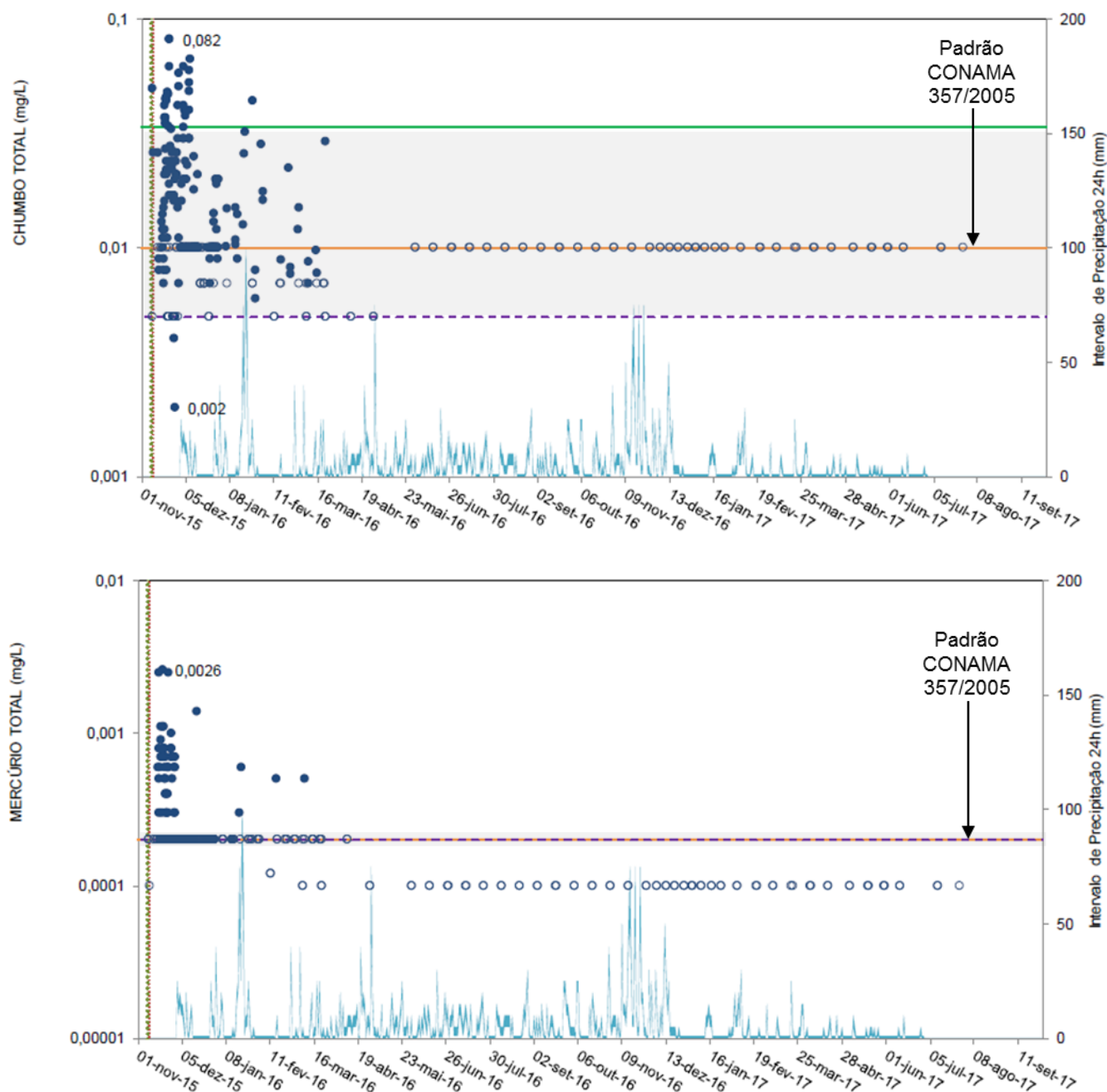


Figura 72 - Arsênio Total (acima) e Cádmio Total (abaixo) na água do Rio Doce em Governador Valadares



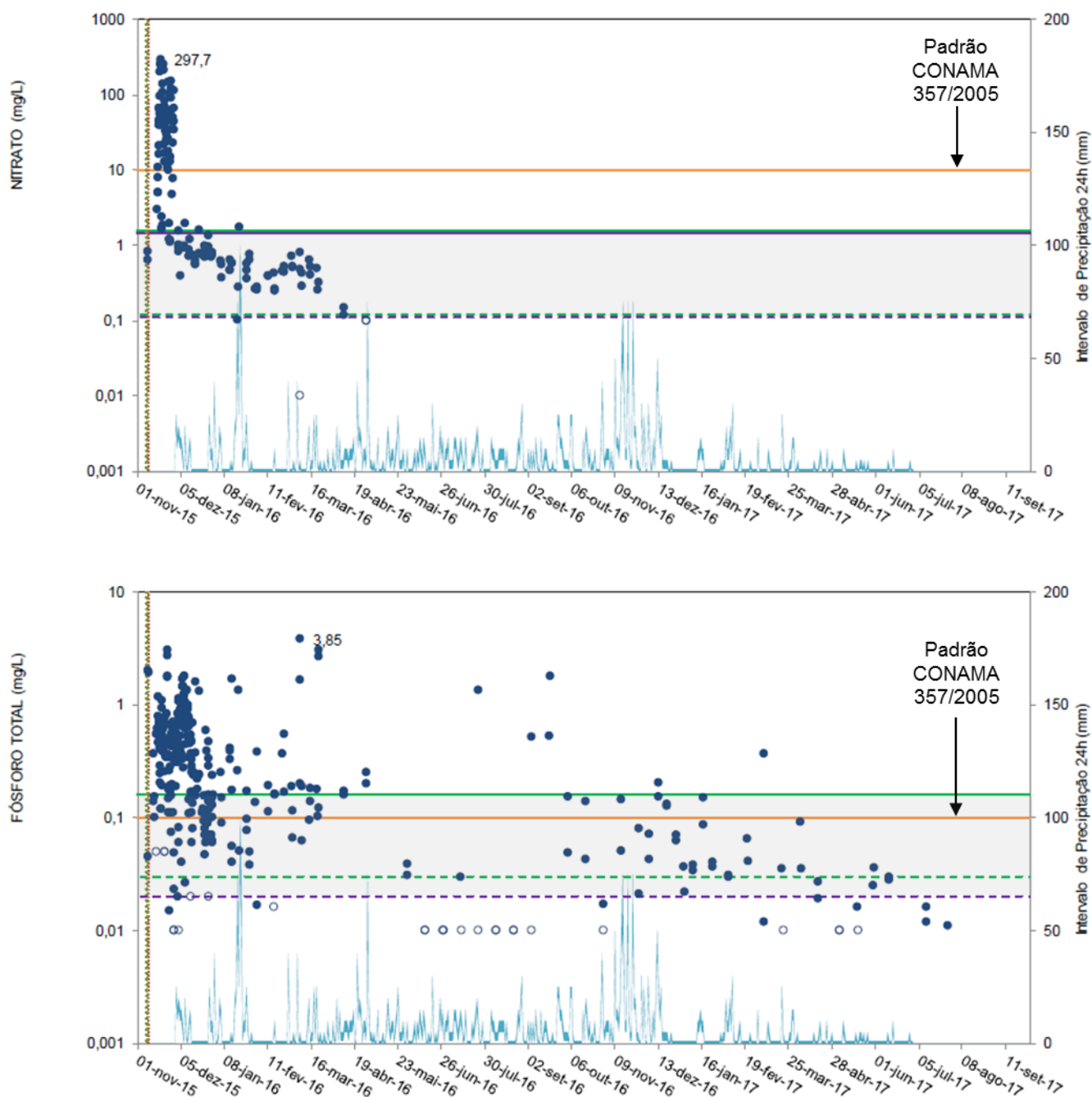
Nos 2 anos que se seguiram ao rompimento da Barragem do Fundão. As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Se, Zn são elementos metálicos e metalóides figurando em listas de produtos químicos de preocupação prioritária (CEPA 1999, EC 2001, 2007; US-EPA 2006). São apresentados como referência a linha-de-base histórica (caixa cinza ao redor da linha roxa); dados do Instituto Mineiro de Gestão das Águas) e os valores máximos para rios de Classe II de acordo com a resolução CONAMA 357/2005 (linha laranja), bem como a precipitação diária (gráfico de linha azul). Note as escalas logarítmicas. Gráficos extraído de Golder (2018).

Figura 73 - Chumbo Total (acima) e Mercúrio Total (abaixo) na água do Rio Doce em Governador Valadares.



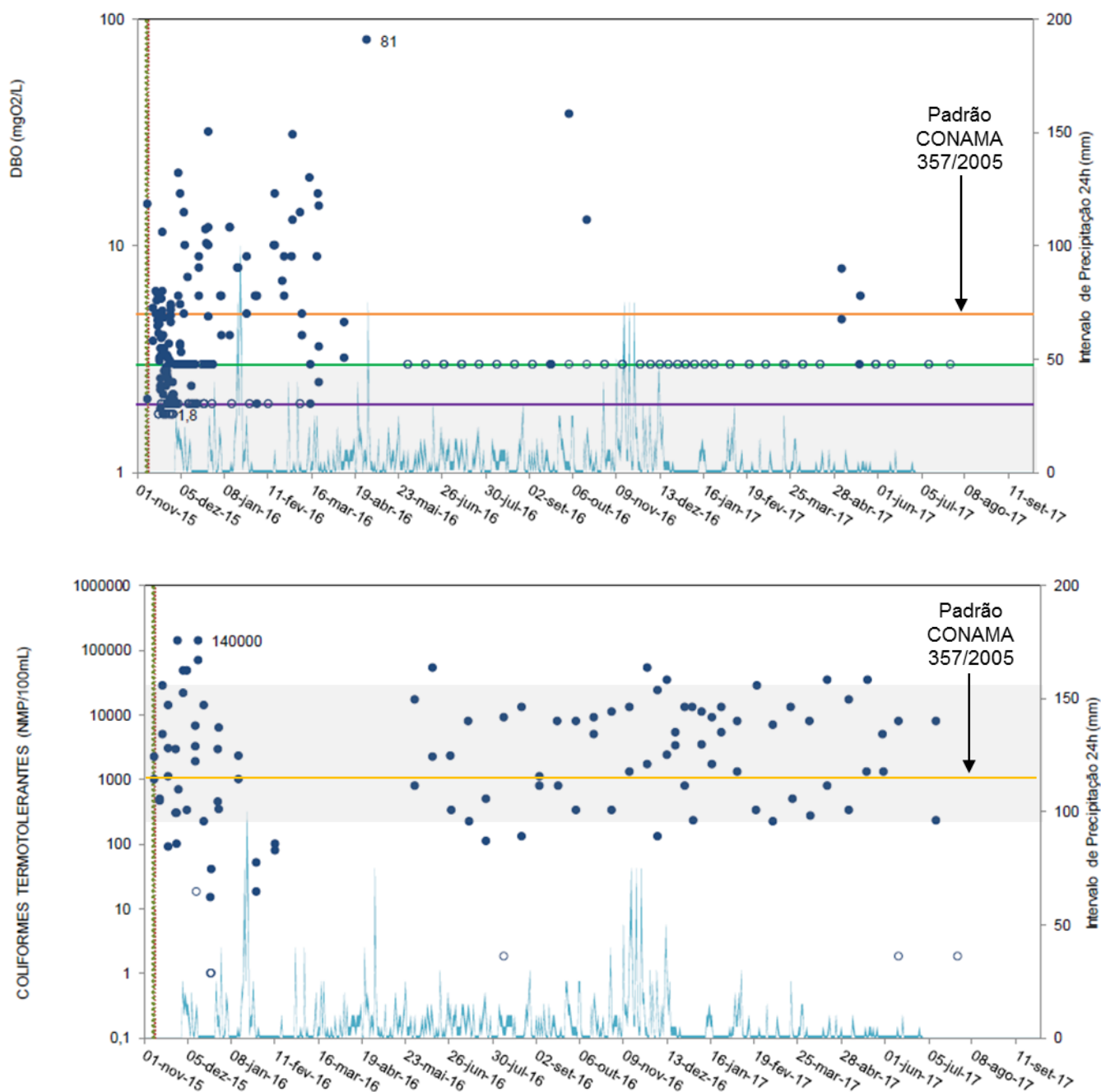
Nos 2 anos que se seguiram ao rompimento da Barragem do Fundão. As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Se, Zn são elementos metálicos e metalóides figurando em listas de produtos químicos de preocupação prioritária (CEPA 1999, EC 2001, 2007; US-EPA 2006). São apresentados como referência a linha-de-base histórica (caixa cinza ao redor da linha roxa); dados do Instituto Mineiro de Gestão das Águas e os valores máximos para rios de Classe II de acordo com a resolução CONAMA 357/2005 (linha laranja), bem como a precipitação diária (gráfico de linha azul). Note as escalas logarítmicas. Gráficos extraído de Golder (2018).

Figura 74 - Nitrato (acima) e Fósforo Total (abaixo) na água do Rio Doce em Governador Valadares.



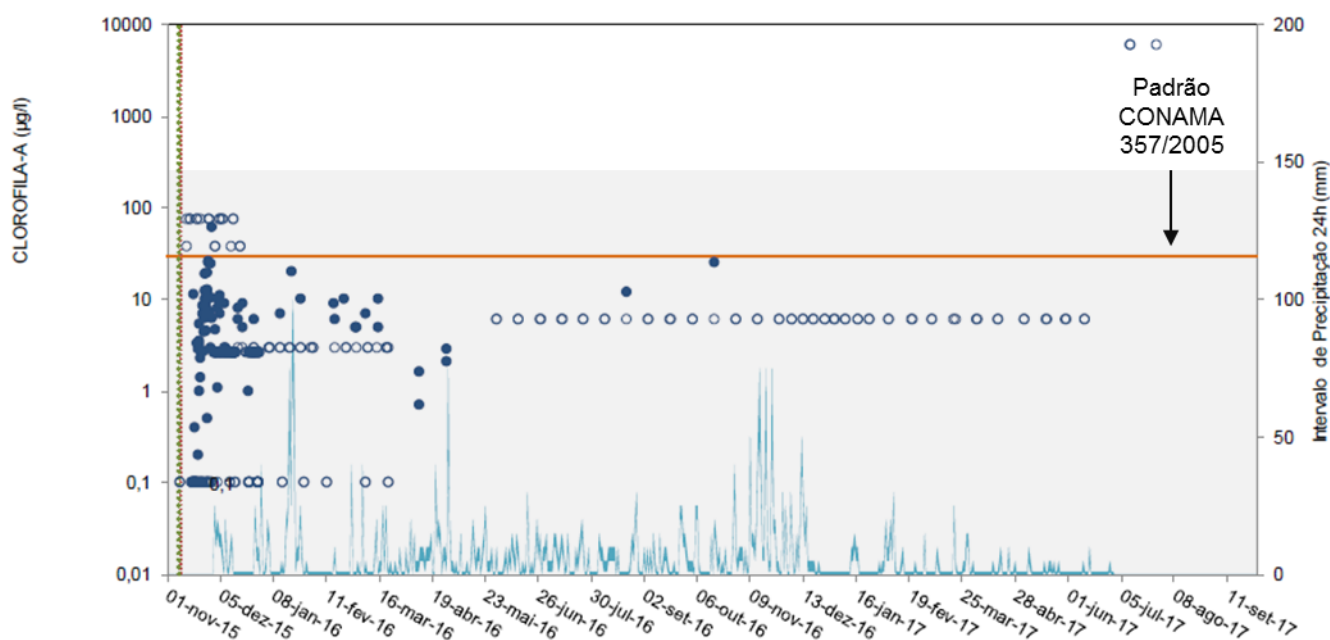
Nos 2 anos que se seguiram ao rompimento da Barragem do Fundão. O nitrogênio e o fósforo são os principais nutrientes limitantes para a produção primária em ecossistemas aquáticos. São apresentados como referência a linha-de-base histórica (caixa cinza; dados do Instituto Mineiro de Gestão das Águas) e os valores máximos para rios de Classe II de acordo com a resolução CONAMA 357/2005 (linha laranja), bem como a precipitação diária (gráfico de linha azul). Note as escalas logarítmicas. Gráficos extraídos de Golder (2018).

Figura 75 - Demanda Bioquímica de Oxigênio (acima) e Coliformes Termotolerantes ('fecaís') (abaixo) na água do Rio Doce em Governador Valadares.



Nos 2 anos que se seguiram ao rompimento da Barragem do Fundão. São apresentados como referência a linha-de-base histórica (caixa cinza; dados do Instituto Mineiro de Gestão das Águas) e os valores máximos para rios de Classe II de acordo com a resolução CONAMA 357/2005 (linha laranja), bem como a precipitação diária (gráfico de linha azul). Note as escalas logarítmicas. Gráficos extraídos de Golder (2018).

Figura 76 - Concentração de clorofila a na água do Rio Doce em Governador Valadares nos 2 anos que se seguiram ao rompimento da Barragem do Fundão.



A concentração de clorofila é usada como indicadora da biomassa de algas do fitoplâncton. São apresentados como referência a linha-de-base histórica (caixa cinza; dados do Instituto Mineiro de Gestão das Águas) e os valores máximos para rios de Classe II de acordo com a resolução CONAMA 357/2005 (linha laranja), bem como a precipitação diária (gráfico de linha azul). Note a escala logarítmica. Gráfico extraído de Golder (2018).

## 6.1.5 Descrição dos Impactos no Meio Físico

A avaliação dos impactos relacionados ao rompimento da Barragem de Fundão, no Meio Físico da área de estudo seguiram a metodologia definida pela Fundação Renova, considerando, porém os conceitos adicionais propostos no início do Tópico 6 (Tabela 40).

A seguir, os impactos identificados ao longo desse Diagnóstico são apresentados numericamente e dentro da perspectiva dos critérios utilizados para sua avaliação.

A Matriz de Avaliação dos Impactos relacionada aos impactos do Meio Físico corresponde a Tabela 52.



Tabela 52 - Matriz de Avaliação dos Impactos no Meio Físico

IDENTIFICAÇÃO		EXAME				SIGNIFICÂNCIA				
Nº do impacto	Impacto	Ocorrência	Incidência	Natureza	Duração	Reversibilidade	Extensão	Importância	Magnitude	Significância
F1	Degradação da qualidade da água do Rio Doce e corpos d'água marginais: aumento na carga suspensa	R	D	Neg	TL	Rev	ZA	A	M	Alta
F2	Degradação da qualidade da água e sedimento do Rio Doce e corpos d'água marginais: contaminação por metais	R	D	Neg	Per	Rev	ZA	A	M	Alta
F3	Degradação da qualidade da água do Rio Doce e corpos d'água marginais: contaminação microbiológica	R	I	Neg	Tm	Rev	ZA	M	M	Média
F4	Degradação da qualidade da água do Rio Doce e corpos d'água marginais: demais alterações físico-químicas	R	D	Neg	Tm	Rev	ZA	A	M	Alta
F5	Assoreamento do leito do Rio Doce, zonas de confluência com tributários e corpos d'água marginais	P	D	Neg	Per	Rev	ZA	A	B	Média
F6	Degradação da morfologia da calha do Rio Doce, zonas de confluência com tributários e vales de corpos d'água marginais: alteração na granulometria dos sedimentos e na estrutura dos agregados.	R	D	Neg	Per	Rev	ZA	M	B	Baixa

F7	Soterramento de planícies fluviais pela deposição de lodo de rejeito	R	D	Neg	TC	Rev	ZA	M	B	Baixa
F8	Contaminação de planícies fluviais pela deposição de lodo de rejeito	R	D	Neg	TM	Rev	ZA	M	B	Baixa
F9	Alteração na dinâmica fluvial	P	I	Neg	Per	Rev	ZA	A	B	Média
F10	Alteração no regime hídrico de planícies fluviais.	P	I	Neg	Per	Rev	ZA	M	B	Baixa
F11	Degradação da qualidade da água e dos sedimentos de tributários ao Rio Doce	P	D/I	Neg	TM/TL	Rev	UC+ZA	A	M	Alta
F12	Redução da quantidade da água dos tributários ao Rio Doce	P	I	Neg	TM/TL	Rev	UC+ZA	A	M	Alta

## **(F1) Degradação da qualidade da água do Rio Doce e corpos d'água marginais: aumento na carga suspensa**

O rompimento da Barragem de Fundão liberou 39,2 milhões de metros cúbicos de rejeitos de minério de ferro no rio Gualaxo, que é um afluente do rio Carmo, por sua vez afluente do Rio Doce. Destes 39,2 milhões de metros cúbicos de rejeitos, cerca de 20 milhões chegaram ao Médio Rio Doce na forma de areias muito finas, silte muito fino e argilas grossas carregados em meio ao fluxo de água.

O aumento pronunciado da carga suspensa do Rio Doce em Governador Valadares foi abundantemente registrado através de métricas como sólidos suspensos totais, sólidos dissolvidos totais, e sólidos totais. É certo que o aumento na carga suspensa levou ao aumento registrado da turbidez. É altamente provável que o aumento na carga suspensa tenha prejudicado a biota aquática pela diminuição da zona fótica, pela abrasão e pelo soterramento, bem como parte da biota aquática pela asfixia.

O aumento da carga suspensa foi mais intenso nas primeiras semanas e meses após o rompimento da Barragem de Fundão (2015, 2016), mas continuou se manifestando nos meses e anos subsequentes (2016, 2017).

É razoável supor que este impacto se estenderá anos e talvez décadas por vir, em se considerando a ressuspensão e carreamento sazonal do lodo de rejeitos pela chuva. Esta suposição é baseada nas seguintes observações: (i) o volume de rejeitos depositados no curso do Rio Doce é gigantesco e está distribuído ao longo de centenas de quilômetros de curso de rios a montante de Governador Valadares (ii) a descarga de sistemas fluviais em geral, e do Rio Doce em particular, é altamente variável ao longo do tempo. Portanto descargas superiores às registradas nos últimos 3 anos serão certamente registradas, impondo novos processos de erosão, suspensão e deposição.

Resumindo, este foi um impacto **Real (R)**, **Direto (D)** e **Negativo (NEG)** do rompimento da Barragem de Fundão sobre a qualidade da água do Rio Doce em Governador Valadares. Categorizamos ainda este impacto como **Temporário de Longo Prazo (TL)** uma vez que o lodo de rejeitos poderá continuar sendo ressuspensionado e carregado por mais de 10 anos. Por outro lado, este impacto é **Reversível (Rev)**, uma vez que existe tecnologia disponível para sua remediação ou compensação.

O impacto tem extensão classificada como **ZA**, uma vez que ocorre apenas na Zona de Amortecimento da Unidade de Conservação, **Alta (A) importância** pois qualquer elemento da biota aquática pode ter sido impactado direta ou indiretamente, por esta notável perturbação. A **magnitude** foi avaliada como **Média (M)** pois na Unidade de Conservação, o efeito do impacto pode resultar em alterações na integridade dos sistemas ecológicos ou sistemas socioeconômicos. Por conta do caráter conjunto dos atributos avaliados, este impacto tem **significância** considerada **Alta (A)**.

## **(F2) Degradação da qualidade da água e sedimento do Rio Doce e corpos d'água marginais: contaminação por metais**

O rompimento da Barragem de Fundão liberou 39,2 milhões de metros cúbicos de rejeitos de minério composto predominantemente por óxido de ferro, hidróxido de ferro, óxido de alumínio e dióxido de manganês. De forma correspondente, a chegada da pluma de rejeitos em Governador Valadares promoveu uma elevação pronunciada nas concentrações de ferro, alumínio e manganês, mas também de chumbo, mercúrio, arsênio, cádmio, cobre, cromo e zinco. Dos metais acima mencionados, apenas mercúrio e chumbo apresentaram alterações de curto prazo. Ferro, alumínio, manganês, arsênio, cádmio, cobre, cromo e zinco

apresentaram concentrações acima dos limites superiores da linha-de-base recorrentes ao longo dos dois anos de amostragem (novembro 2015-setembro de 2017).

Mercúrio, cádmio e chumbo estão incluídos em três listas internacionais de produtos químicos de preocupação prioritária (CEPA 1999, revisada em 2006; EC 2001, 2007; USEPA 2006); cromo e arsênio estão em duas delas; e zinco está em uma delas (revisado em Grillitsch & Schiesari 2010). Da mesma forma, mercúrio, cádmio, chumbo, cromo, cobre, zinco e arsênio são considerados metais de alta relevância ecotoxicológica enquanto ferro e alumínio são considerados metais de moderada relevância ecotoxicológica (Hellawell 1986, Freedman 1995, Hedgecott 1995). O manganês, usualmente considerado de baixa toxicidade, é hoje reconhecido como um agente neurotóxico (US Department of Health and Human Services 2012).

Todos estes metais foram registrados em concentrações acima daquelas estabelecidas como padrões regulatórios pelo CONAMA (357/2005) e COPAM (1/2008). É importante notar que padrões regulatórios devem ser usados como uma referência apenas. Padrões regulatórios são usualmente obtidos a partir de resultados de bioensaios ecotoxicológicos padronizados, ferramentas úteis mas que com frequência subestimam o risco real de contaminantes por conta de seu delineamento grosseiramente simplificado (e.g. van der Brink 2008). São usualmente conduzidos com indivíduos de uma única espécie expostos a um único composto em um único conjunto padronizado de condições físicas. Por outro lado, um ambiente como o Rio Doce pós-rompimento da Barragem de Fundão sobrepõe uma notável combinação de estressores físicos (sólidos suspensos, hipoxia, etc), químicos (metal A, metal B, metal C, etc) e biológicos (alterações na disponibilidade de alimento, contaminação microbiológica, etc). Em outras palavras, mesmo concentrações de contaminantes consideradas baixas sob a ótica dos padrões regulatórios podem em mistura ou no contexto das demais mudanças ambientais estar contribuindo para significativa mortalidade da fauna e da flora.

A contaminação das águas do Rio Doce por metais pelo rompimento da Barragem de Fundão é, portanto, um impacto **Real (R), Direto (D) e Negativo (Neg)** para organismos aquáticos, organismos terrestres e população humana. Também nos parece adequado descrever este impacto como **Permanente (Per)**, ao se considerar o enorme volume de lodo de rejeitos depositado ao longo do curso do Rio Gualaxo, Carmo e Doce a montante de Governador Valadares. Este rejeito contaminado por metais poderá ser ressuspensão, redepositado e ressuspensão por décadas. Nota-se aqui que, ao contrário de contaminantes orgânicos, metais são elementos e, como tal, contaminantes indestrutíveis. Por outro lado, este impacto é **Reversível (Rev)**, uma vez que existe tecnologia disponível para sua remediação ou compensação.

O impacto tem extensão classificada como **ZA**, uma vez que ocorre apenas na Zona de Amortecimento da Unidade de Conservação, **Alta (A) importância** pois qualquer elemento da biota aquática pode ter sido impactado direta ou indiretamente por esta notável perturbação. A **magnitude** foi avaliada como **Média (M)** pois na Unidade de Conservação o efeito do impacto pode resultar em alterações na integridade dos sistemas ecológicos ou sistemas socioeconômicos. Por conta do caráter conjunto dos atributos avaliados, este impacto tem **significância** considerada **Alta (A)**.

### **(F3) Degradação da qualidade da água do Rio Doce e corpos d'água marginais: contaminação microbiológica**

Coliformes totais, coliformes termotolerantes e estreptococos fecais apresentaram contagens elevadas após o rompimento da Barragem de Fundão. As altas contagens de coliformes aparentam ser melhor

caracterizadas como alterações de curto prazo; as altas contagens de estreptococos continuaram sendo registradas ao longo do ano seguinte e são melhor descritas como alterações recorrentes.

Esta contaminação, embora documentada, é de origem incerta. Uma possibilidade é que a onda de cheia resultante do rompimento da Barragem de Fundão e da liberação de água das barragens a montante para acomodação do rejeito que se aproximava tenha resultado na inundação e talvez rompimento de fossas e demais estruturas de saneamento situadas ao longo do Rio Doce.

Este foi um impacto **Real (R)**, **Indireto (I)** e **Negativo (Neg)**, porém **Reversível (Rev)**. A duração deste impacto se enquadra melhor como sendo de **Temporário Médio Prazo (TM)**, uma vez que as contagens de estreptococos voltaram a atingir valores acima do limite superior da linha de base mais de um ano após a passagem da pluma de rejeitos. O impacto é considerado reversível se de fato a origem deste impacto for o rompimento de fossas sépticas; neste caso o conserto ou reforma destas fossas sépticas há de ser suficiente. Evidentemente que tal medida não dará conta dos altos níveis históricos de contaminação microbiológica do Rio Doce, a julgar pela sua precária infraestrutura de saneamento.

O impacto tem extensão classificada como **ZA**, uma vez que ocorre apenas na Zona de Amortecimento da Unidade de Conservação, **Média importância (M)** pois as alterações na biota podem ser mensuradas e recuperadas. A **magnitude** foi avaliada como **Média (M)** pois na Unidade de Conservação, o efeito do impacto pode resultar em alterações na integridade dos sistemas ecológicos ou sistemas socioeconômicos. Por conta do caráter conjunto dos atributos avaliados, este impacto tem **significância** considerada **Média (M)**.

#### **(F4) Degradação da qualidade da água do Rio Doce e corpos d'água marginais: demais alterações físico-químicas**

O período pós-rompimento da Barragem de Fundão foi caracterizado por mudanças pervasivas na qualidade da água do Rio Doce. Afora o aumento pronunciado nos sólidos em suspensão (Impacto 1), na concentração de uma variedade de metais de interesse toxicológico e ecotoxicológico (Impacto 2) e na contagem de contaminantes microbiológicos (Impacto 3), observou-se: (i) elevação na carga orgânica (DBO, DQO), (ii) elevação nas concentrações de macronutrientes como o nitrogênio (nitrato, nitrito, amônia, nitrogênio orgânico) e o fósforo (fósforo total) (iii) diminuição na concentração de oxigênio dissolvido e (iv) alterações em parâmetros básicos da qualidade de água (aumento no pH, alcalinidade e dureza; alteração na cor; aumento na condutividade).

A maior parte destas alterações se manifestou de forma mais intensa nas primeiras semanas e meses da passagem da pluma de rejeitos (estação seca 2015 e estação chuvosa 2015/2016), mas persistiu ou voltou a ocorrer na estação seca de 2016 e/ou chuvosa de 2016/2017.

Esta coleção de parâmetros físico-químicos tem importância biológica por modular o desempenho dos organismos. O caso do oxigênio dissolvido é, entretanto, digno de menção. É altamente provável que a diminuição de oxigênio dissolvido tenha resultado em mortalidade direta de uma ampla gama de organismos aquáticos, especialmente se se considerar que as medidas coletadas e que já apontam para condições hipóxicas (Golder 2018) se referem a, até onde podemos avaliar, camadas subsuperficiais do Rio Doce (~30 cm de profundidade; PMQQS 2017). Em outras palavras, considerando (i) que o principal processo contribuidor para o orçamento de oxigênio em rios é a difusão entre superfície e atmosfera e (ii) que o leito irregular do Médio Rio Doce inclui trechos com dezenas de metros de profundidade (pescadores entrevistados mencionaram ter medido 40 m de profundidade, e relataram até 70 m de profundidade), é



altamente provável que o Rio Doce tenha experienciado condições de hipoxia severa (baixa concentração de oxigênio) ou até mesmo anoxia (ausência de oxigênio), durante o primeiro período pós impacto, especialmente em águas mais profundas.

Concluindo, este foi um impacto **Real (R)**, **Direto (D)** e **Negativo (Neg)** que pode ser considerado como **Temporário de Médio Prazo (TM)** uma vez que várias das alterações acima mencionadas continuaram sendo registradas por períodos superiores a um ano. Este impacto ainda é **Reversível (Rev)**, pois existem tecnologias para sua remediação. Trata-se de um impacto com extensão classificada como **ZA**, uma vez que ocorre apenas na Zona de Amortecimento da Unidade de Conservação; **Alta importância (A)** pois qualquer elemento da biota aquática pode ter sido impactado direta ou indiretamente, por esta notável perturbação. A **magnitude** foi avaliada como **Média (M)** pois na Unidade de Conservação, o efeito do impacto pode resultar em alterações na integridade dos sistemas ecológicos ou sistemas socioeconômicos. Por conta do caráter conjunto dos atributos avaliados, este impacto tem **significância** considerada **Alta (A)**.

#### **(F5) Assoreamento do leito do Rio Doce, zonas de confluência com tributários e corpos d'água marginais**

Esse impacto se caracteriza como **Potencial (P)**, pois se baseia em estudos sobre tendências de comportamento hidrossedimentológicos em zonas propícias a acumulação e retenção de sedimentos, e observações e relatos de campo com a população, porém faltam dados quantitativos e qualitativos para de fato constatar sua ocorrência. Possui natureza **Negativa (Neg)** pois, caso tenha ocorrido, pode deteriorar a conectividade do sistema fluvial. Sua incidência na área de estudo é classificada como **Direta (D)**, pois resulta da elevada carga de sedimentos suspensos carregados na coluna d'água do Rio Doce, e que pode ter sido depositada nos trechos de baixa energia: próximos às margens, bancos arenosos e ilhas fluviais, zonas de convergência da drenagem principal com rios tributários e seções de fluxo com velocidade reduzida. Se classifica como **Permanente (Per)** devido a dificuldade de se mensurar com precisão a capacidade dos fluxos removerem e transportarem os tipos e volume de sedimentos que possam ter sido aprisionados e depositados. Apesar disso, o impacto é **Reversível (Rev)**, uma vez que existe tecnologia disponível para sua solução, qual seja, a dragagem de rejeitos acumulados, mesmo que sua viabilidade e necessidade de aplicação seja uma análise a ser melhor estudada. Nota-se que não se está aqui recomendando necessariamente a dragagem de todo o rejeito depositado no Rio Doce, apenas que há tecnologia disponível para tal (ver recomendações de estudos no Tópico 8). Apresenta extensão classificada como **ZA**, uma vez que ocorre apenas na Zona de Amortecimento da Unidade de Conservação, **Alta (A) importância** pois qualquer elemento da biota aquática pode ter sido impactado direta ou indiretamente, por esta notável perturbação. A **magnitude** foi avaliada como **Baixa (B)** pois seus efeitos não alteram a integridade dos sistemas ecológicos ou sistemas socioeconômicos dentro da Unidade de Conservação. Por conta do caráter conjunto dos atributos avaliados, este impacto tem **significância** considerada **Média (M)**.

#### **(F6) Degradação da morfologia da calha do Rio Doce, zonas de confluência com tributários e vales de corpos d'água marginais: alteração na granulometria dos sedimentos e na estrutura dos agregados.**

Este impacto se refere a alterações nas características físicas dos sedimentos e na estrutura dos agregados (forma dos grãos, angulosidade, textura, etc), que podem degradar a morfologia original, seja pela produção de sedimentos, provocada por abrasão/erosão de margens e da calha (alterando a profundidade da calha, criando o que em geomorfologia chama-se de "poças" no fundo), ou pela acumulação dos sedimentos, elevando a topografia dos vales do Rio Doce e/ou tributários.

De acordo com as análises realizadas, esse impacto tem natureza **Negativa (Neg)** devido ao caráter adverso que causa no sistema. Foi um impacto **Real (R)**, pois foi documentado, **Direto (D)** que ocorreu durante a passagem da massa d'água de elevada turbidez, junto com o aumento das concentrações de SST e da descarga sólida em suspensão. Porém, mesmo três anos após o rompimento, ainda assim, durante o período das chuvas, os sedimentos são revolvidos e novamente mobilizados, o que caracteriza a alteração na granulometria dos sedimentos como um impacto que, em maior ou menor intensidade, ocorrerá periodicamente (época das chuvas), mas em caráter **Permanente (Per)**, devido a imprevisibilidade temporal que seus efeitos podem causar devido a insuficiência de dados. Este impacto é **Reversível (Rev)**, uma vez que existe tecnologia disponível para sua solução, qual seja, a dragagem de rejeitos acumulados mesmo que sua viabilidade e necessidade de aplicação seja uma análise a ser melhor estudada. Nota-se que não se está aqui recomendando necessariamente a dragagem de todo o rejeito depositado no Rio Doce, apenas que há tecnologia disponível para tal (ver recomendações de estudos no Tópico 8). Sua atuação se estende apenas a **ZA**, abrangendo possíveis alterações morfológicas na estrutura e granulometria de materiais no Rio Doce e confluência com rios tributários. A **importância** é **Média (M)** pois os efeitos sentidos pelos ecossistemas não são cumulativos e tendem a ser mitigados. A **magnitude** do impacto se classifica como **Baixa (B)**, pois seus efeitos não alteram a integridade dos sistemas ecológicos ou sistemas socioeconômicos dentro da Unidade de Conservação. Pelo conjunto de seus atributos, o impacto foi avaliado como de **significância Baixa (B)**.

#### **(F7) Soterramento de planícies fluviais pela deposição de lodo de rejeito**

Este é um impacto **Negativo (Neg)** e **Direto (D)** causado pela deposição de elevada carga de sedimentos e rejeito na planície fluvial, margens e ilhas do Rio Doce, formando uma camada impermeável nos solos, de maior ou menor resistência e duração em função do tipo e volume de sedimentos acumulados e da capacidade dos fluxos de água transportarem esses sedimentos.

O soterramento dos solos reduz a capacidade de desenvolvimento pedogenético dos terrenos, aumentando o tempo de intemperização da matéria orgânica e de evolução de estruturas, como o arranjo entre os grãos e partículas minerais, porosidade e disponibilização de nutrientes. Em termos sociais, o soterramento dos solos também implica na redução ou mesmo inviabilização de sua capacidade produtiva.

Na área de estudo o soterramento foi identificado como um impacto **Real (R)** em alguns trechos da planície e ilhas fluviais, pois foram observados resquícios de sua ocorrência (sedimentos finos depositados, nos troncos e plantas), além de relatos da população. A classificação como **Temporário de Curto Prazo (TC)** foi indicada porque é esperado que em inundações futuras os soterramentos pela deposição de rejeito não sejam tão intensos quanto os que já ocorreram durante a ocasião do desastre. O impacto é **Reversível (Rev)**, pois existem tecnologias capazes de fazer com que o ambiente retorne a condições similares às anteriores ao impacto. A extensão do impacto do soterramento abrange apenas a **ZA** (Zona de Amortecimento). Possui **importância** classificada como **Média (M)**, pois os efeitos nos ecossistemas são locais e podem ser reparados. A **magnitude** do impacto se classifica como **Baixa (B)** pois seus efeitos não alteram a integridade dos sistemas ecológicos ou sistemas socioeconômicos dentro da Unidade de Conservação. Pelo conjunto de seus atributos, o impacto foi avaliado como de **significância Baixa (B)**.

#### **(F8) Contaminação de planícies fluviais pela deposição de lodo de rejeito**

Assim como o impacto anterior (soterramento) este também é **Negativo (Neg)**, produto **Direto (D)** da deposição de elevada carga de sedimentos e rejeito carreados pelo fluxo fluvial para a planície, margens e ilhas do Rio Doce. A contaminação pode ocorrer pela elevação das concentrações de metais pesados nessas áreas, desencadeando processos cumulativos de deteriorização físico-química dos solos e para os ecossistemas locais.

A contaminação de planícies foi avaliada como um impacto **Real (R)** em alguns trechos da planície e ilhas fluviais, pois foram observados resquícios de sua ocorrência (sedimentos finos depositados nos troncos e plantas), além de relatos da população. A classificação como **Temporário Médio Prazo (TM)** foi indicada porque é esperado que em inundações futuras novos episódios de deposição possam contaminar os terrenos com rejeito originado da Barragem de Fundão.

Apesar de ser identificado como um impacto **Reversível (Rev)**, a viabilidade na execução de técnicas para descontaminação de área deposicionais deve ser melhor estudada. A extensão do impacto da contaminação das planícies abrange apenas a **ZA** (Zona de Amortecimento). Possui **importância** classificada como **Média (M)**, pois os efeitos nos ecossistemas são locais e podem ser reparados. A **magnitude** do impacto se classifica como **Baixa (B)**, pois seus efeitos não alteram a integridade dos sistemas ecológicos ou sistemas socioeconômicos dentro da Unidade de Conservação. Pelo conjunto de seus atributos, o impacto foi avaliado como de **significância Baixa (B)**.

#### **(F9) Alteração na dinâmica fluvial**

Este é um impacto **Negativo (Neg)** que provavelmente ocorreu, portanto, **Potencial (P)**, como efeito **Indireto (I)** de processos erosivos e de acumulação de sedimentos (assoreamento e deposição extra-canal) na calha, margens e zonas de confluência do Rio Doce com rios tributários. A provável ocorrência desses processos altera a morfologia intra e inter canal, o que reduz a conectividade fluvial e, portanto, a capacidade do fluxo transportar água e sedimentos de trechos de montante para a jusante. A possível ocorrência de alteração da dinâmica fluvial pode afetar também a conectividade da biota aquática, impedindo a movimentação e dispersão de espécies, devido à redução da conectividade entre habitats.

O impacto foi classificado como **Permanente (Per)**, devido imprevisibilidade temporal que seus efeitos podem causar, e devido a insuficiência de dados. **Reversível (Rev)** pois existe tecnologia disponível para sua mitigação, tal como a dragagem de rejeitos acumulados, mesmo que sua viabilidade e necessidade de aplicação seja uma análise a ser melhor estudada. Nota-se que não se está aqui recomendando necessariamente a dragagem de todo o rejeito depositado no Rio Doce, apenas que há tecnologia disponível para tal (ver recomendações de estudos no Tópico 8). A extensão do impacto atinge apenas a **ZA**, com possíveis alterações morfológicas na estrutura e granulometria de materiais no Rio Doce e confluência com rios tributários. Assume **Alta (A) importância** uma vez que, suas consequências tendem a afetar ambientes e espécies sensíveis, além da socioeconomia local. A **magnitude** do impacto se classifica como **Baixa (B)**, pois seus efeitos não alteram a integridade dos sistemas ecológicos ou sistemas socioeconômicos dentro da Unidade de Conservação. Pelo conjunto de seus atributos, o impacto foi avaliado como de **significância Média (M)**.

#### **(F10) Alteração no regime hídrico de planícies fluviais.**

Este é um impacto **Negativo (Neg)**, **Potencial (P)** e **Indireto (I)**, causado pelo efeito do aumento da erosão de algumas áreas (produção de sedimentos), da deposição de sedimentos na planície fluvial e do assoreamento de trechos do Rio Doce e demais cursos d'água afetados pela elevada carga de SST, originada do fluxo de lama carregado de rejeito. Com isso, algumas áreas da planície fluvial podem estar sofrendo com inundações mais abrangentes e/ou mais frequentes, enquanto outras podem ter tido o tamanho, abrangência ou intensidade de áreas alagadas reduzidas, alterando, portanto, o regime hídrico de áreas úmidas.

O impacto foi classificado como **Permanente (Per)**, devido imprevisibilidade temporal que seus efeitos podem causar, e devido a insuficiência de dados. **Reversível (Rev)**, considerando que existem tecnologias para sua mitigação, quais seja, a dragagem. Porém, não se está aqui julgando se deverá efetivamente ser conduzida pois é necessário avaliar se, apesar de reversível, a aplicação de técnicas como esta são viáveis. A extensão do impacto foi classificada como **ZA** pois abrange apenas a Zona de Amortecimento da Unidade de Conservação. A **importância** foi classificada como **Média (M)**, uma vez que os efeitos sentidos pelos ecossistemas não são cumulativos e tendem a ser restaurados. A **magnitude** do impacto se classifica como **Baixa (B)**, pois seus efeitos não alteram a integridade dos sistemas ecológicos ou sistemas socioeconômicos dentro da Unidade de Conservação. Pelo conjunto de seus atributos, o impacto foi avaliado como de **significância Baixa (B)**.

#### **(F11) Degradação da qualidade da água e dos sedimentos de tributários ao Rio Doce**

O rompimento da Barragem de Fundão teve consequências pronunciadas para a qualidade da água do Rio Doce. Nada menos que 44 parâmetros físicos, químicos e biológicos, muitos deles de sabida relevância ambiental, exibiram alterações de curto, médio ou longo prazos (ver Impactos 1, 2, 3 e 4). Da mesma forma, teve consequências pronunciadas para a composição e granulometria do sedimento (ver Impactos 5, 6, 7 e 8). Em tese, todas estas alterações ambientais podem ter atingido diretamente os tributários, dependendo do grau de conexão com o Rio Doce. A declividade do terreno indica, no entanto, que a influência direta da passagem da pluma de rejeitos, e de posteriores eventos de ressuspensão, deverão ter sido restritos a poucos metros ou no máximo poucas dezenas de metros a montante da confluência com o Rio Doce.

Uma possível exceção a este efeito localizado seria a transferência de contaminantes do Rio Doce para os tributários na biomassa de organismos móveis, que agiriam como biovetores ou biotransportadores (Schiesari et al. 2017). Tal efeito ocorreria se organismos acumulassem biomassa no Rio Doce e migrassem ou dispersassem para dentro e ao longo dos tributários, ou ainda para o sistema terrestre, depositando contaminantes por meio da excreção, defecação, muda e, especialmente, morte e decomposição. Os casos mais bem documentados para biotransporte efetivo de contaminantes são aqueles mediados por salmões, que anualmente transferem mercúrio, DDT e PCBs do Pacífico Norte para cabeceiras de riachos centenas de quilômetros a montante; e de aves marinhas que transferem anualmente mercúrio, DDT, DDE, HCH, naftalenos policlorinados, e retardantes de chamas brominados dos mares para as ilhas onde congregam (Blais et al. 2007, Schiesari et al. 2017). Outros casos menos chamativos mas também documentados e às vezes importantes são a transferência de mercúrio e PCBs de riachos e rios para o sistema terrestre por meio da metamorfose de insetos com desenvolvimento larval aquático (Schiesari et al. 2017).

Para avaliar de forma preliminar a probabilidade de que efeitos similares podem ocorrer ou ter ocorrido no Rio Doce, é possível gerar algumas previsões a respeito de quais atributos contribuem para a relevância do biotransporte na dispersão de contaminantes (Schiesari et al. 2017).

Atributos do organismo favorecendo o biotransporte incluem alta mobilidade, alta propensão à dispersão, alta seletividade do alvo de dispersão, gregariedade, maior tamanho corpóreo e alto nível trófico, entre outros. Especialistas em fauna não reconhecem como provável esta combinação de atributos em espécies movendo entre o Rio Doce e a Unidade de Conservação. Não são conhecidas espécies de peixes ou de crustáceos que migrem do Rio Doce para tributários como parte de seu ciclo de vida. No mais, pequenos peixes e crustáceos dificilmente subiriam até a UC, muito distante, sem encontrar no caminho barreiras, predadores ou populações já estabelecidas. De forma similar, não há espécies de aves associadas a ambientes aquáticos que migrem do Rio Doce para a Unidade de Conservação como parte de seu ciclo de vida. Martins-pescadores, garças e insetos alados emergindo das águas do Rio Doce poderiam desempenhar este papel numa faixa de distâncias mais próximas do Rio Doce.

Por sua vez, propriedades do contaminante favorecendo o biotransporte incluem alta persistência ambiental, suprimento temporal contínuo e alto potencial de biomagnificação (isto é, de acumulação progressiva do contaminante à medida que se sobe na cadeia alimentar), entre outros (Schiesari et al. 2017). Metais são elementos e, portanto, basicamente eternos (ao contrário de moléculas, que eventualmente degradam), satisfazendo a primeira propriedade. Dezenas de milhões de metros cúbicos de rejeitos foram depositados ao longo do Rio Doce, satisfazendo a segunda propriedade. Finalmente, As, Cs, Cd, Cu, Hg, Ni, Pb, Se, Sn e Zn podem biomagnificar ao longo de cadeias alimentares (Gray 2002, Croteau et al. 2005, Cardwell et al. 2013), muito embora o efeito seja mais evidente e bem documentado para o mercúrio (Gray 2002). Embora os metais que atingiram as maiores concentrações após o rompimento da Barragem de Fundão não biogmagnifiquem (caso do Fe, Al, Mn), as concentrações de As, Cd, Cu, Hg, Ni, Pb, e Zn foram aumentadas após o evento e é certo que estão presentes no sedimento acumulado ao longo do curso do rio. Portanto, do ponto de vista físico-químico o biotransporte de metais a partir do Rio Doce é no mínimo plausível.

Outra possível fonte de degradação de águas e sedimentos de tributários, desta vez indireta, é a consequência da maior demanda de água de tributários, por meio do represamento ou não, ou ainda das mudanças no uso da terra em porções mais distantes do Rio Doce e dentro da Zona de Amortecimento após o rompimento da Barragem de Fundão.

Analisando globalmente, a degradação da qualidade da água e dos sedimentos de tributários do Rio Doce é um impacto **Negativo (Neg)**, **Potencial (P)**, relatado pelos entrevistados, e **D/I (Direto/Indireto)** pois pode ser desencadeado por ao menos três processos distintos: pela contaminação direta que ocorre por conta da entrada da água do Rio Doce no canal do tributário; pela contaminação indireta que ocorre pela entrada de organismos contaminados no Rio Doce, e que morrem nos tributários; e pelo efeito indireto do aumento das captações de poços e nascentes, elevando a contaminação dos córregos pelo uso antrópico. A extensão do impacto é classificada como **UC+ZA**, porque seus desdobramentos podem afetar toda a área da Unidade de Conservação e da Zona de Amortecimento. A duração do impacto é **Temporária, Médio ou Longo Prazo (TM/TL)** pois sua influência na fauna e flora dependerá do encadeamento ecológico do ambiente. É **Reversível (Rev)**, pois existem tecnologias capazes de restabelecer condições da qualidade da água e dos sedimentos similares às anteriores ao rompimento da Barragem de Fundão. A **importância** é **Alta (A)**, reconhecendo que algumas das alterações podem aumentar a vulnerabilidade da biota e da sustentabilidade das populações. A **magnitude** é **Média (M)** pois os efeitos nos sistemas ecológicos e sistemas socioeconômicos dentro da UC são prováveis. De acordo com o conjunto da análise dos critérios avaliados, a **significância** deste impacto é **Alta (A)**.

## (F12) Redução da quantidade da água dos tributários ao Rio Doce



Este é um impacto **Negativo (Neg), Potencial (P) e Indireto (I)**, que pode ser causado como efeito do aumento de captações de água das nascentes e córregos na área de estudo pela população, devido ao risco de desabastecimento de água no período pós desastre de Fundão.

Assumindo que o fornecimento de água do Rio Doce será reestabelecido, então este efeito **TemporárioMédio ou Longo Prazo TM/TL**. É **Reversível (Rev)**, pois existem tecnologias capazes de reparar a redução da quantidade de águas dos rios. Porque não se restringe à foz dos rios, mas afeta a vazão de águas das nascentes e poços em toda a bacia onde se insere a Unidade de Conservação, este impacto foi classificado com extensão como **UC+ZA**. Assim, o impacto se caracteriza como de **Alta Importância (A) e Média Magnitude (M)**, uma vez que implica em alterações sistêmicas na dinâmica dos ecossistemas e para a população, que podem afetar a integridade dos sistemas ecológicos dentro da UC.

Devido ao conjunto de suas características, **significância** do impacto foi avaliada como sendo **Alta (A)**. **significância** do impacto foi avaliada como sendo **Alta (A)**.

## 6.2 Impactos no Meio Biótico

O amortecimento da onda de lama de rejeito proporcionada pela Usina Hidrelétrica Risoleta Neves, localizada a cerca de 180 km a montante do MONA Pico do Ibituruna, impediu um extravasamento significativo do Rio Doce para fora de sua calha na região de Governador Valadares. A vistoria em campo e as entrevistas conduzidas revelaram que apenas uma faixa estreita da mata ciliar sofreu com a deposição de uma fina camada de rejeitos, ainda assim apenas nos pontos mais baixos. Portanto, a elevada altitude do MONA Pico do Ibituruna salvaguardou a área dos impactos diretos da lama de rejeito. Sendo assim, os principais impactos diretos sofridos pela biota do Rio Doce após o rompimento da barragem pouco se estenderam além de suas margens, atingindo uma pequena parcela da ZA. Na área da UC não ocorreu destruição ou degradação do habitat significativa no que diz respeito à fauna terrestre e à vegetação.

A conservação biológica deve ser pensada sempre na escala da paisagem, e seu planejamento não deve ser circunscrito a uma Unidade de Conservação isolada. A análise dos dados disponíveis, a interpretação das imagens de satélites do MONA Pico da Ibituruna e de seu entorno imediato, bem como as impressões colhidas em campo, revelam um elevado nível de degradação antrópica da UC e da matriz adjacente, que é composta predominantemente por ambiente urbano e áreas atropizadas, especialmente pastagens degradadas. O grau de conexão entre os fragmentos florestais da UC e áreas florestadas adjacentes é mínimo e a quase total supressão das florestas ciliares ao longo do Rio Doce e de seus tributários revela a inexistência de corredores ecológicos efetivos para a dispersão da biota florestal pela paisagem.

Não é possível detectar se houve alteração da comunidade florística ou indícios de intoxicação ou déficit nutricional nas plantas, principalmente nas plântulas e no estrato herbáceo, já que não há estudos anteriores de fisiologia dessas plantas na UC. A possibilidade da vegetação terrestre no interior do MONA Pico do Ibituruna ter sofrido alguma alteração por conta da lama é mínima, segundo pôde ser observado na avaliação de campo, pois não houve extravasamento do Rio nesse trecho. Sendo assim, não houve perda de habitat por destruição, degradação ou perda de conectividade nas áreas de vegetação natural ou modificada. Durante a expedição não foram detectados indícios de extração de palmito, e os técnicos da UC não reportaram esta atividade.

Uma importante ameaça à fauna de mamíferos e aves, além da área reduzida e fragmentada em meio à matriz urbana, é a pressão de caça e captura ilegal. Através das entrevistas foi possível detectar que espécies

como tatus, pacas e cotias têm sua carne bastante apreciada na região, e ainda que algumas espécies de aves são visadas pelo tráfico de animais silvestres. Segundo as entrevistas, as áreas de vegetação do Pico do Ibituruna são constantemente alvo de caçadores, muitas vezes com encomendas de algum animal ou grupo específico de animais. Nada sugere, no entanto, que tenha havido aumento da pressão de caça ou de captura de animais em tempos recentes, como consequência do rompimento da barragem de Mariana.

Não foram detectados impactos diretos ou indiretos sobre a comunidade de mamíferos na UC. Não houve aumento da fragmentação, aumento de caça, contaminação ou nenhuma consequência proveniente da deposição da lama de rejeitos. A contaminação, através da circulação de indivíduos (especialmente de hábitos aquáticos ou semi-aquáticos) entre a calha do Rio Doce e os tributários situados dentro da UC não foi evidenciada em campo. As espécies de mamíferos que potencialmente realizariam este movimento são as capivaras e as lontras, e não há evidências de sua circulação além dos limites da UC. Ao contrário, é possível que a construção de pequenas barragens na região, para garantir o abastecimento de água potável após a contaminação do Rio Doce, possa ter favorecido ou ainda favoreça, a médio prazo, a população de lontras.

As espécies de mamíferos de maior preocupação com relação à sua conservação, seja pela diminuição de suas populações, seja pela extinção em grande parte de sua área de distribuição, encontram-se em sua maioria ameaçadas em uma escala maior que envolve toda a Mata Atlântica. Portanto, além da avaliação dos impactos diretamente resultantes do rompimento da barragem, é importante levar em consideração que medidas de recomposição da paisagem e reestabelecimento da conectividade podem beneficiar de forma significativa diversas destas espécies, em particular as de maior porte.

Os dados secundários disponíveis sobre a avifauna dificultam a construção de uma linha de base robusta para uma avaliação precisa dos impactos ambientais causados pelo rompimento da barragem, já que faltam por completo dados quantitativos e mesmo os qualitativos são inadequados para uma análise mais detalhada. A falta de bons dados posteriores ao rompimento também dificulta sobremaneira a identificação dos impactos ambientais potenciais.

Portanto, todos os impactos sofridos pela biota e que puderam ser identificados foram restritos à Zona de Amortecimento, exclusivamente em ambientes aquáticos e transicionais (e.g. praias de rio, brejos marginais e bancos de macrófitas). Não foram identificados impactos significativos em ambientes terrestres da Zona de Amortecimento. Já no interior da UC, impactos negativos foram detectados sobre córregos, lagoas e cursos d'água, não tendo sido, porém, detectados impactos significativos sobre ambientes terrestres.

A maior parte dos impactos do rompimento sobre a ictiofauna que atingiram nossa área de estudo, ficaram restritos a calha principal do Rio Doce, não chegando a atingir a UC. Os únicos impactos agravados por conta do rompimento e confirmados durante a expedição, foram o aumento no número de barramentos nos tributários para captação de água e o aumento na introdução de espécies exóticas nos açudes (novos e já estabelecidos), para fomentar um turismo de pesca recreacional, a fim de substituir de alguma maneira o homólogo que ocorria no Rio Doce. Além disso, ao longo da expedição ficou claro o alto grau de degradação de todo o conjunto de zonas ripárias em nossa área de estudo, por consequência de todo o histórico de uso da terra, o que mesmo não tendo relação com o rompimento, se torna um agravante e de certa forma prejudica o processo de recuperação natural do Rio Doce.

Por outro lado, não houve, como consequência do rompimento da barragem, o aumento do conhecimento sobre a fauna de vertebrados através de atividades de monitoramento ou desenvolvimento de atividades de pesquisa na região, o que poderia ser considerado um impacto positivo. A área não é foco dos estudos que vêm sendo realizados pela empresa contratada.

A avaliação dos impactos do rompimento da Barragem de Fundão no meio biótico da área de estudo seguiu a metodologia definida pela Fundação Renova, considerando, porém os conceitos adicionais propostos no início do Tópico 6 (Tabela 40).

A seguir, os impactos identificados ao longo desse Diagnóstico são apresentados numericamente e dentro da perspectiva dos critérios utilizados para sua avaliação. A Matriz de Avaliação dos Impactos relacionados ao Meio Biótico corresponde a Tabela 53.

Tabela 53 - Matriz de Avaliação dos Impactos no Meio Biótico

IDENTIFICAÇÃO		EXAME				SIGNIFICÂNCIA				
Nº do impacto	Impacto	Ocorrência	Incidência	Natureza	Duração	Reversibilidade	Extensão	Importância	Magnitude	Significância
B1 vegetação	Ambiente aquático - aumento de mortalidade e redução dos tamanhos populacionais: impacto sobre o banco de macrófitas no Rio Doce	R	D	Neg	TM	Rev	ZA	A	M	Alta
B1 avifauna	Ambiente aquático - aumento de mortalidade e redução dos tamanhos populacionais: mortalidade de aves aquáticas e semi-aquáticas, destruição de ninhos e ovos, mortalidade de filhotes	R	D	Neg	TC	Rev	ZA	B	B	Baixa
B1 herpetofauna	Ambiente aquático - aumento da mortalidade e redução dos tamanhos populacionais: mortalidade de anfíbios e de crocodilianos	R	D	Neg	TI	Ire/Rev	ZA	B	B	Baixa
B1 ictiofauna	Ambiente aquático - aumento da mortalidade e redução dos tamanhos populacionais: mortalidade de peixes afetando a dinâmica e estrutura da ictiofauna local	R	D	Neg	TM/TL	Rev	ZA	A	A	Alta
B2 avifauna	Ambiente aquático - perda de habitat através de destruição: soterramento de micro-habitats utilizados para nidificação e forrageamento pelas aves, como praias e bancos de macrófitas	R	D	Neg	TM	Rev	ZA	B	B	Baixa

IDENTIFICAÇÃO		EXAME				SIGNIFICÂNCIA				
Nº do impacto	Impacto	Ocorrência	Incidência	Natureza	Duração	Reversibilidade	Extensão	Importância	Magnitude	Significância
B2 ictiofauna	Ambiente aquático - perda de hábitat através de destruição: soterramento de recursos alimentares, vegetação das margens do Rio Doce, poços, corredeiras. Formação de bancos de areia diminuindo a profundidade da água.	R	D	Neg	TL	Rev	ZA	A	B	Média
B3 avifauna	Ambiente aquático - perda de hábitat por degradação: degradação de micro-habitats utilizados para nidificação e forrageamento pelas aves, tais como praias e bancos de macrófitas.	R	D	Neg	TM	Rev	ZA	B	B	Baixa
B3 herpetofauna	Ambiente aquático - perda de hábitat por degradação: degradação da qualidade da água e assoreamento do leito do Rio Doce, bem como das zonas de confluência com tributários e corpos d'água marginais, impactando a herpetofauna aquática	R	D	Neg	TL	Ire/Rev	ZA	B	B	Baixa
B3 ictiofauna	Ambiente aquático - perda de hábitat por degradação: aumento da turbidez prejudicando espécies de peixes visualmente orientadas e diminuindo a incidência de luz e a produtividade primária	R	D	Neg	TL	Rev	ZA	A	B	Média



IDENTIFICAÇÃO		EXAME				SIGNIFICÂNCIA				
Nº do impacto	Impacto	Ocorrência	Incidência	Natureza	Duração	Reversibilidade	Extensão	Importância	Magnitude	Significância
B4 ictiofauna	Ambiente aquático - perda de conectividade na calha do Rio Doce e áreas adjacentes: interrupção do fluxo dos tributários tendo como causa o aumento do número de barramentos e o assoreamento causado pela degradação ambiental.	R	I	Neg	TL	Rev	ZA+UC	A	A	Muito Alta
B5 avifauna	Ambiente aquático - Alterações na cadeia trófica relacionadas aos ambientes aquáticos: desestruturação das cadeias tróficas através da mortalidade de peixes e invertebrados afetando as assembleias de aves	P	I	Neg	TL	Rev	ZA+UC	B	B	Baixa
B5 herpetofauna	Ambiente aquático - Alterações na cadeia trófica relacionadas aos ambientes aquáticos: alterações na herpetofauna decorrentes de impactos sobre as comunidades de insetos aquáticos das quais se alimentam	P	I	Neg	TM	Rev	ZA+UC	M	B	Baixa
B5 ictiofauna	Ambiente aquático - Alterações na cadeia trófica relacionadas aos ambientes aquáticos: perda de recursos alimentares disponíveis para a ictiofauna, resultando em aumento da competição por recursos alimentares e alterações na assembleia de peixes	P	I	Neg	TL	Rev	ZA	A	A	Alta

IDENTIFICAÇÃO		EXAME				SIGNIFICÂNCIA				
Nº do impacto	Impacto	Ocorrência	Incidência	Natureza	Duração	Reversibilidade	Extensão	Importância	Magnitude	Significância
B6 ictiofauna	Ambiente aquático - Alterações na composição da assembléia ou comunidades aquáticas: a perda de recursos alimentares e de ambientes especiais, bem como a introdução de espécies provenientes de outras regiões atuam reduzindo a diversidade taxonômica e funcional das assembléias de peixes	P	I	Neg	Per	Rev	ZA	A	A	Alta
B7 ictiofauna	Ambiente aquático - Aumento na riqueza e abundância relativa de espécies introduzidas em ambientes aquáticos: o deslocamento de espécies para áreas menos impactadas causa o aumento da competição, predação e doenças, que atingem menos as espécies mais resistentes, como a maior parte das espécies introduzidas.	P	I	Neg	Per	Rev	ZA+UC	A	A	Alta
B11	Contaminação e bioamplificação de contaminantes em animais e plantas	P	I	Neg	TL	Rev	ZA + UC	A	B	Alta

## (B1) Aumento da mortalidade e redução dos tamanhos populacionais nos ambientes aquáticos.

### Vegetação

A zona de amortecimento da APE engloba a calha do Rio Doce, e supõe-se que tenha havido **aumento da mortalidade e redução dos tamanhos populacionais** de banco de macrófitas durante a passagem da lama de rejeitos na calha do Rio Doce, afetando também suas margens. Porém, não há registros anteriores sobre quais espécies ou grupos estavam presentes na ocasião.

O aumento da mortalidade e redução dos tamanhos populacionais possui **ocorrência real (R)**; **incidência direta (D)**, já que ocorreu principalmente como resultado da ação física da água, rejeitos e detritos, com a chegada do pulso de inundação, que levou à morte por dano mecânico direto, asfixia e/ou soterramento dos indivíduos das espécies de macrófitas associadas à calha do rio; **natureza negativa (N)**; **duração de caráter temporário médio prazo (TM)** já que a maioria das mortes provavelmente ocorreu imediatamente, dias ou semanas após a chegada do rejeito, porém as espécies/grupos levarão um tempo para que as populações se reestabeleçam no local; e **reversível (Rev)**. O impacto é considerado restrito à **Zona de Amortecimento (ZA)** do MONA Pico do Ibituruna (i.e. apenas na calha e margem do Rio Doce), mas não atingiu a área da UC propriamente dita.

As macrófitas aquáticas colonizam, em diferentes graus, a maioria dos ecossistemas lóticos e lênticos, e propiciam o aumento da heterogeneidade espacial, criação de habitats para diversos animais, como por exemplo, macroinvertebrados (Esteves & Camargo 1986) e peixes (Delariva et al. 1994, Nakatani et al. 1997, Weaver et al. 1997), o aumento da estabilidade da região litorânea, proteção das margens (Sand-Jensen 1998) e, ainda, em determinadas circunstâncias, à retenção de nutrientes e poluentes (Gopal 1987, Carpenter & Lodge 1986, Engelhardt & Ritchie 2001). Portanto, esse impacto deve ser considerado de **alta importância (A)** visto que deve ter afetado espécies/grupos de macrófitas que possuíam tais funções no ecossistema do rio. Além disso, o aumento da mortalidade e redução dos tamanhos populacionais de macrófitas possui **magnitude média (M)**, já que deve ter resultado em alterações da integridade de populações provavelmente já reduzidas destas, as quais também vêm sendo afetadas pela degradação do Rio Doce ao longo do tempo. Dessa forma, o impacto aumento da mortalidade e redução dos tamanhos populacionais possui **significância alta (A)**.

### Mastofauna

A perda de indivíduos da mastofauna causada por soterramento foi reportada logo após o evento, não somente na calha do Rio Doce ocorrendo, portanto, na Zona de Amortecimento e em um primeiro momento após o acidente. Desta forma, não houve aumento da mortalidade ou redução dos tamanhos populacionais como um impacto para vários grupos faunísticos.

### Avifauna

Para a avifauna, a mortalidade de indivíduos por contaminação e/ou escassez temporária de alimento para aves adultas foi relatada por alguns moradores entrevistados, especialmente em se tratando de espécies aquáticas (e.g. garça-branca *Ardea alba*, ananai *Amazonetta brasiliensis* e biguá *Nannopterum brasilianus*). Possivelmente também ocorreu a destruição por soterramento de ninhos e ovos e a morte de filhotes de aves que nidificavam em micro-habitat ao longo da calha do rio, incluindo praias arenosas e lamacentas, bancos de macrófitas aquáticas e galerias escavadas nos barrancos. Esse impacto é de **ocorrência real (R)**, pois foi relatado independentemente por diversas pessoas, e de **incidência direta (D)**, pois foi causado pela onda de rejeitos liberada pelo rompimento da barragem. Mesmo nos casos em que não ocorreu a mortalidade

direta, é provável que tenha ocorrido a diminuição da performance dos indivíduos, causando comprometimento da sua reprodução e sobrevivência futura, sendo, portanto, de **natureza negativa (Neg)** devido ao seu caráter adverso. Provavelmente esse impacto é de **duração temporária e de curto prazo (TC)**, pois a mortalidade ocorreu apenas durante a passagem da onda de lama. Esse impacto é **reversível (Rev)**, pois as populações atingidas poderão se recuperar passado o evento e tomadas as medidas de restauração necessárias. A **extensão** foi restrita à **Zona de Amortecimento (ZA)** pois a mortalidade foi restrita à calha do rio. A sua **importância é baixa (B)**, pois afetou espécies de aves comuns, de ampla distribuição geográfica e não ameaçadas, sendo a sua **magnitude baixa (B)**, pois a redução das populações de aves não resultou em alterações na integridade dos sistemas ecológicos ou sistemas socioeconômicos. Portanto, esse é um impacto de **significância baixa (B)**.

### Herpetofauna

Também para a herpetofauna este impacto em ambientes aquáticos e nas margens do Rio Doce foi observado. O Aumento da mortalidade e consequente redução dos tamanhos populacionais possui **ocorrência real (R); incidência direta (D)**, já que ocorreu principalmente como resultado da ação física da água, rejeitos e detritos, com a chegada do pulso de inundação, que levou à morte por dano mecânico direto, asfixia e/ou soterramento dos indivíduos das espécies da herpetofauna de hábitos aquáticos associadas à calha do rio; **natureza negativa (N)**; duração de caráter temporário **imediate (TI)** já que a maioria das mortes provavelmente ocorreu imediatamente, dias ou semanas após a chegada do rejeito; e **irreversível (Ire)** no que diz respeito à morte dos indivíduos, mas **reversível (Rev)** se considerado a redução dos tamanhos populacionais, visto que, dependendo das condições, as populações de algumas espécies podem se recuperar. O impacto é considerado de **extensão** restrita à **Zona de Amortecimento (ZA)** do MONA Pico do Ibituruna (i.e. apenas na calha e margem do Rio Doce), mas não atingiu a área da UC propriamente dita. Nesse trecho do Rio Doce, o pulso de inundação causado pelo rejeito não extravasou a calha do rio e não atingiu diretamente ambientes terrestres não marginais, incluindo a já bastante degradada ou quase inexistente mata ciliar do Rio Doce. A maioria das espécies da herpetofauna, incluindo as de maior relevância para conservação, ocorrem em ambientes de maior altitude (riachos acima de 500 m) associados às matas de encostas da Área de Proteção Especial e, por esse motivo, não estão conectados diretamente ao rio mesmo em anos de cheias históricas. Dessa maneira, não houve aumento da mortalidade e redução dos tamanhos populacionais nesses ambientes terrestres ou mesmo aquáticos, que não possuem conexão direta com o rio (brejos, poças, lagoas, açudes, riachos).

A maioria das espécies de hábitos aquáticos/semiaquáticos que ocorriam na calha do rio antes do rompimento são táxons comuns, de ampla distribuição e que toleram ambientes alterados como o jacaré-do-papo-amarelo, *Caiman latirostris* ou os sapos-cururu (e.g. *Rhinella diptycha* e *Rhinella granulosa*), que podem utilizar esse habitat para forrageamento e/ou desenvolvimento de ovos e girinos. Devido à condição prévia do rio, já bastante alterado, o impacto em questão causou a morte e consequente diminuição das populações apenas de espécies comuns, menos importantes para a conservação da herpetofauna. Portanto, esse impacto deve ser considerado de **baixa importância (B)**. O Aumento da mortalidade e redução dos tamanhos populacionais das espécies da herpetofauna possui **magnitude baixa (B)** já que apesar de ter resultado em alterações da integridade da população, provavelmente já reduzida, do jacaré-do-papo-amarelo e das suas funções ecossistêmicas, visto que essa espécie é um predador de topo de cadeia, esse impacto não resultou em alterações na integridade dos sistemas ecológicos da UC propriamente dita. Dessa forma, o impacto Aumento da mortalidade e redução dos tamanhos populacionais das espécies da herpetofauna possui **significância baixa (B)**.

### Ictiofauna

O impacto causado pelo rompimento da Barragem de Fundão não teve como fonte única a onda de rejeito, mas também a ressuspensão do lodo depositado no leito do Rio Doce ao longo de décadas de mineração. Essa ressuspensão foi ocasionada pelo aumento repentino do fluxo e velocidade da água, resultantes do rompimento e da abertura das comportas das barragens à montante realizada como medida mitigatória em seguida ao rompimento. Foi largamente documentada a mortalidade de peixes ao longo de todo o curso atingido e assume-se que a exclusão de indivíduos das populações de qualquer espécie existente no Rio Doce tenha afetado sensivelmente a dinâmica e estrutura da ictiofauna local. Além disso, é provável que espécies de topo de cadeia (Ex. *Hoplias intermedius* – Trairão; *Hoplias malabaricus* – Traíra) continuem a ser afetadas por este impacto por anos, devido à bioacumulação de contaminantes (principalmente metais pesados) ao longo da cadeia trófica.

Para a ictiofauna, este impacto é de ocorrência **real (R)**; **Incidência indireta (I)**, pois foi decorrente da ação física da água, rejeitos e detritos, com a chegada do pulso de inundação, que levou à morte por dano mecânico direto, asfixia e/ou soterramento dos indivíduos das espécies da herpetofauna de hábitos aquáticos associadas à calha do rio; **Natureza negativa (N)**; **Duração de caráter temporário de longo prazo (TL)**, grande parte das mortes ocorreu imediatamente, dias ou semanas após a chegada do rejeito, no entanto, novos eventos de mortalidade continuam a ser detectados após eventos de chuva, que ressuspendem o sedimento contaminado pelo rejeito de minério depositado no fundo do Rio; o impacto é **Irreversível (Ire)** para o caso da mortalidade dos indivíduos, porém pode ser considerado **Reversível (Rev)** em relação à redução dos tamanhos populacionais, uma vez que com o passar do tempo pode haver a tendência de reestabelecimento natural das populações impactadas. Por ter se concentrado na calha do Rio Doce, o impacto tem **extensão restrita à zona de amortecimento (ZA)**. Esse impacto deve ser considerado de **Alta importância (A)**, pois afetou todas as espécies de peixes presentes no local, porém de **Baixa magnitude (B)**, pois não afeta a integridade de processos ecológicos dentro da UC. Sendo assim, este é um impacto de **Significância Alta**.

## **(B2) Perda de habitat através de destruição na calha do Rio Doce e áreas adjacentes.**

### **Vegetação e Mastofauna**

Exemplos de habitats afetados em diferentes escalas são algumas das praias arenosas, bancos de macrófitas e lagoas marginais do Rio Doce, especialmente aquelas em cotas mais baixas e com conexão com o rio. Estes ambientes foram temporariamente perdidos por assoreamento e deposição de rejeitos.

Este impacto não se aplica à vegetação e não foi observado com relação aos mamíferos. As espécies de mamíferos de hábitos aquáticos e semi-aquáticos desta UC (capivaras e lontras) estão restritas aos córregos e barragens, não havendo, portanto, impacto sobre suas populações através da perda de habitat por destruição na calha do Rio Doce. A conversão dos habitats nos tributários como consequência indireta do rompimento (criação de novas barragens para fornecimento de água, como alternativa ao uso daquela proveniente do Rio Doce) possivelmente favoreceu a população de mamíferos de hábitos semi-aquáticos (lontras), através da criação e manutenção de ambientes nas represas que permitem a persistência destes animais.

### **Avifauna**

Alguns dos micro-habitats utilizados para nidificação e forrageamento pelas aves, tais como praias arenosas e lamacentas, bancos de macrófitas aquáticas foram destruídos por soterramento após a passagem da onda



de lama. Esse impacto é de **ocorrência real (R)**, conforme relatado por moradores locais, de **incidência direta (D)** e de **natureza negativa (Neg)**, pois o rompimento da barragem foi o responsável pela perda do habitat, o que consiste em uma alteração de caráter adverso. A **duração é temporária e de médio prazo (TM)** sendo **reversível (Rev)**, pois os bancos de macrófitas estão se regenerando naturalmente e as praias arenosas e lamacentas, ano após ano, estão tendo a crosta de lama de rejeito removida pelas sucessivas cheias do rio. A **extensão** foi restrita à **Zona de Amortecimento (ZA)**, pois a destruição do habitat foi restrita à calha do rio, tendo **importância baixa (B)**, pois afetou especialmente espécies comuns e de ampla distribuição geográfica, e **magnitude baixa (B)**, não tendo o impacto sobre as populações de aves resultado em alterações na integridade dos sistemas ecológicos. Portanto, o impacto tem **significância baixa (B)**.

### **Herpetofauna**

O impacto também não foi observado para a herpetofauna.

### **Ictiofauna**

A chegada da carga de rejeitos trouxe consigo uma grande quantidade de sólidos em suspensão, além de sedimentos carregados de porções a montante do rio, que ao longo do trajeto foram sendo depositados, soterrando recursos alimentares, como bancos de deposição de matéria orgânica e detrito, vegetação associada às margens, macrófitas, macrofauna e algas bentônicas, perifiton, entre outros, assoreando locais mais profundos como poços e com substrato de maior granulometria e maior fluxo de água, como corredeiras, além de formar bancos de areia e diminuir a profundidade de maneira geral. Sendo assim, considera-se que o impacto ocorreu para a ictiofauna, sendo de **ocorrência real (R)**, de acordo com os relatos de moradores da região; **incidência direta (D)** e de **Natureza negativa (Neg)**, pois decorre da deposição de rejeito no leito do rio Doce, que levou ao soterramento de unidades de habitat utilizadas pela fauna aquática; com **Duração de caráter temporário de longo prazo (TL)**, este o impacto pode ser considerado **Reversível (Rev)**, pois ano após ano a de lama de rejeito depositada no leito vem sendo removida pelas sucessivas cheias do rio, no entanto essa dinâmica de remoção de sedimento pode resultar em novas deposições ao longo do rio em seus trechos à jusante, demandando um longo tempo para a total reestruturação natural da complexidade de habitats perdida; com **extensão** restrita à **Zona de Amortecimento (ZA)**. Apesar de ter se concentrado na calha do Rio Doce, por este estar contido na contido na ZA da UC, esse impacto deve ser considerado de **Alta importância (A)**, pois afetou todas as espécies de peixes presentes no local, **Baixa magnitude (B)**, pois não afeta a integridade de processos ecológicos dentro da UC. Sendo assim, este é um impacto de **Significância Média (M)**.

### **(B3) Perda de habitat por degradação na calha do Rio Doce e áreas adjacentes.**

### **Vegetação e Mastofauna**

Este impacto não se aplica à vegetação e não foi observado com relação aos mamíferos. As espécies de mamíferos de hábitos aquáticos e semi-aquáticos da UC (capivaras e lontras) estão restritas aos córregos e barragens da UC, não havendo, portanto, impacto sobre suas populações através da perda de habitat por degradação na Zona de Amortecimento.

### **Avifauna**

Diferentes tipos de habitat ao longo da calha do Rio Doce, tais como praias utilizadas para o forrageamento por maçaricos ou pontos de alimentação de aves aquáticas não chegaram a ser totalmente destruídos, mas

foram muito degradados pela lama de rejeito. Esses habitats então se tornaram inadequados para muitas espécies de aves, especialmente aquelas aquáticas. Esse impacto é **real (R)**, conforme relatado por moradores locais e observado em campo, de **incidência direta (D)** e de **natureza negativa (Neg)**, pois foi causado pelo rompimento da barragem. A **duração é temporária e de médio prazo (TM)**, porém **reversível (R)**, pois os bancos de macrófita estão se regenerando e as praias arenosas e lamacentas, ano após ano, estão sendo limpas do rejeito pelas sucessivas cheias do rio. A **extensão é pontual (Pt)**, pois a degradação do habitat foi restrita à calha do rio, tendo **importância (baixa)** e **magnitude baixa (B)**, pois afetou principalmente espécies não ameaçadas e de ampla distribuição, não tendo resultado em alterações na integridade dos sistemas ecológicos. Portanto, o impacto tem **significância baixa (B)**.

### **Herpetofauna**

A perda de habitat utilizado pela herpetofauna, por degradação na calha do Rio Doce e áreas adjacentes possui **ocorrência real (R)**; **incidência direta (D)**, já que ocorreu em função dos diversos impactos do meio físico relacionados à degradação da qualidade da água e ao assoreamento do leito do Rio Doce, zonas de confluência com tributários e corpos d'água marginais; **natureza negativa (N)**; **duração de caráter temporário de longo prazo (TL)** já que as alterações na qualidade da água continuarão a influenciar ativamente a herpetofauna aquática, mas tendem a cessar em algum momento, apesar de não ser possível precisar quando isso ocorrerá; a perda de alguns microhabitats é provavelmente **irreversível (I)**, entretanto, alguns aspectos da qualidade do habitat (e.g. turbidez, composição granulométrica do sedimento) podem retornar a condições similares as anteriores ao rompimento, nesse caso, podendo ser considerado **reversível (Rev)**. O impacto é considerado de **extensão** restrita à **Zona de Amortecimento (ZA)** (i.e. apenas na calha e margem imediata do Rio Doce), mas não atingiu a área da UC propriamente dita. Nesse trecho do médio Rio Doce, o pulso de inundação causado pelo rejeito não extravasou a calha do rio e não atingiu diretamente ambientes terrestres não marginais. Dessa maneira, esses ambientes terrestres ou mesmo aquáticos, que não possuem conexão direta com o rio (brejos, poças, lagoas, açudes, riachos), não foram diretamente afetados pela perda de habitat por degradação.

O Rio Doce e suas margens, nesse trecho, encontram-se bastante descaracterizados. Em alguns segmentos a urbanização avança sobre a área de preservação permanente, com lotes construídos a menos de 25 metros do rio. Em outros, a mata ciliar é ausente, dando lugar a pastagens ou composta por uma única linha de árvores. Assim, as espécies da herpetofauna que ali ocorriam antes do rompimento são provavelmente táxons comuns e que toleram ambientes bastante alterados devendo, portanto, ter sido pouco afetadas pelas mudanças oriundas do rompimento. De qualquer forma, os habitats aquáticos e marginais nesse segmento do rio foram afetados pelos impactos do meio físico relacionados à degradação da qualidade da água e assoreamento do Rio Doce. Consequentemente, as poucas espécies da herpetofauna de habitats aquáticos diretamente associadas à calha do rio (i.e. jacaré-do-papo-amarelo, *Caiman latirostris*) ou que podem utilizar esse habitat para o desenvolvimento de ovos e girinos (e.g. *Rhinella diptycha* e *Rhinella granulosa*) foram provavelmente impactadas negativamente pelo rompimento. Entretanto, visto o acima exposto, é provável que os indivíduos que não morreram com a passagem da pluma tenham se adaptado e ainda persistam no local, mesmo após as modificações sofridas. Por esse motivo, esse impacto deve ser considerado de **baixa importância (B)** e **baixa magnitude (B)** já que não tende a resultar em alterações da integridade dos sistemas ecológicos que envolvem a herpetofauna. Dessa forma, o impacto perda de habitat por degradação na calha do Rio Doce e áreas adjacentes possui **significância baixa (B)** para a herpetofauna.

### **Ictiofauna**

O aumento da turbidez, que ocorreu apenas na ZA (calha do Rio Doce) além de prejudicar espécies de peixes visualmente orientadas como a maior parte dos membros da família Characidae, também diminui a incidência de luz e por consequência a produtividade primária. Espécies que tem como parte importante da dieta, algas

(Ex. *Serrapinnus heterodon* - Lambari), perífiton (boa parte dos loricarídeos) e invertebrados que dependem destes recursos (todas as espécies da família Trichomycteridae), são afetadas.

Ocorrência **real (R)**; **Incidência direta (D)**; **Natureza negativa (Neg)**, pois decorre da deposição de rejeito no leito do rio Doce, que levou à degradação da qualidade da água e de habitats utilizados pela fauna aquática; **Duração de caráter temporário de longo prazo (TL)**; o impacto pode ser considerado **Reversível (Rev)**, já que as alterações na qualidade da água continuarão a influenciar a ictiofauna, mas tendem a cessar em algum momento e podem retornar a condições similares as anteriores ao rompimento. Apesar de ter se concentrado na calha do Rio Doce, sua **extensão** está restrita à **Zona de Amortecimento (ZA)**, esse impacto deve ser considerado de **Alta importância (A)**, pois afetou todas as espécies de peixes presentes no local, **Baixa magnitude (B)**, pois não afeta a integridade de processos ecológicos dentro da UC. Sendo assim, este é um impacto de **Significância Média (M)**.

## **(B4) Perda de conectividade na calha do Rio Doce e áreas adjacentes.**

### **Vegetação, Mastofauna, Avifauna e Herpetofauna**

Este impacto não se aplica à vegetação, e não foi observado para mamíferos, avifauna ou herpetofauna, verificando-se apenas para a ictiofauna.

### **Ictiofauna**

Não foi observado isolamento de espécies de peixes, indivíduos ou recursos através da formação de bancos de areia por deposição de sedimentos e rejeitos e sedimento, ao longo do leito do rio, na desembocadura de tributários ou nas conexões entre lagoas marginais e o Rio Doce. No entanto, um impacto grave observado em campo é a perda de conexão provocada pela interrupção do fluxo dos tributários, tendo duas causas principais:

- 1. Aumento do número de barramentos à montante das confluências, o que reduz o volume de água disponível ao longo do curso do riacho/ribeirão;
- 2. Assoreamento causado pela ausência de matas ripárias e pela má conservação dos solos.

O impacto foi observado na UC e, de forma mais intensa, em sua Zona de Amortecimento. O aumento da quantidade de barramentos é consequência indireta do rompimento, já que estas estruturas têm como objetivo a captação de água como alternativa àquela proveniente do Rio Doce. Tanto o aumento de barramentos quanto o assoreamento contribuem para a diminuição ou mesmo obliteração do fluxo de água de melhor qualidade, vindo dos tributários, para o Rio Doce, prejudicando o processo de recuperação natural do mesmo.

Ocorrência **real (R)**; **Incidência indireta (I)**; **Natureza negativa (Neg)**; **Duração de caráter temporário de longo prazo (TL)**; o impacto pode ser considerado **Reversível (Rev)**; de **extensão** envolvendo **Zona de Amortecimento e Unidade de Conservação (ZA+UC)**; **Alta importância (A)**, **Alta magnitude (A)** e **Significância muito alta (MA)**.

## **(B5) Alteração na cadeia trófica.**

### **Vegetação e Mastofauna**

Este impacto não se aplica à vegetação, e as possíveis alterações na cadeia trófica devido ao rompimento da barragem não atingiram diretamente populações de mamíferos nos ambientes aquáticos ou a partir destes.

### **Avifauna**

Extremamente difícil de ser quantificado, devido à escassez de dados anteriores ao rompimento, este impacto ocorreu em virtude da grande mortalidade de peixes e invertebrados aquáticos causada pela onda de rejeito, desestruturando as cadeias tróficas aquáticas, com potenciais impactos sobre a assembleia de aves. Tais alterações também podem ter forçado populações de aves aquáticas a migrarem em busca de locais com condições e recursos mais adequados, agravando ainda mais o problema das mudanças repentinas no tamanho dos compartimentos tróficos. A ocorrência deste provável impacto não pode ser inequivocamente demonstrada pelos dados disponíveis, fato que o levou a ser classificado como **potencial (P)**. Certamente este impacto foi de **incidência indireta (D)** e de **natureza negativa (Neg)**, porém de **duração incerta**, pois os dados disponíveis não permitem inferências nesse sentido. Dessa maneira, apesar das incertezas, foi atribuída **significância baixa (B)** a esse impacto.

### **Herpetofauna**

A UC é constituída por ambientes montanhosos, em sua maioria cobertos por pastagens degradadas e remanescentes florestais em estágios iniciais de regeneração e cercado por uma matriz de áreas abertas bastante degradadas. Dessa maneira, a herpetofauna da Unidade de Conservação já não possuía, antes do rompimento da barragem, importantes relações ecológicas com o rio, especialmente no que tange as espécies de maior relevância para a conservação, em sua maioria espécies associadas aos ambientes florestais. Assim, o impacto potencial relacionado à alteração na cadeia trófica desencadeada a partir de ambientes aquáticos que poderia levar à redução da performance das espécies da herpetofauna ou não existiu ou se ocorreu deve ter sido de baixa importância e magnitude.

Além disso, esse impacto seria esperado para espécies que se alimentam principalmente de organismos terrestres, mas que tenham alguma fase do seu ciclo de vida diretamente associada ao ambiente aquático do Rio Doce, como exemplo insetos das ordens Diptera, Odonata, Plecoptera, Ephemeroptera, Trichoptera e Megaloptera. Entretanto, esse não é o caso das espécies da herpetofauna terrestre, incluindo as de maior relevância para a conservação. Muitas espécies da herpetofauna, especialmente os anfíbios e lagartos, são insetívoras, mas não há indícios de que haja espécies especialistas ou mesmo que se alimentem preferencialmente de insetos adultos que tenham larvas aquáticas associadas ao rio. Contudo, em uma abordagem conservadora da situação poderia hipotetizar-se que o efeito de mudanças na abundância de organismos aquáticos poderia se propagar pela cadeia alimentar e em alguma instância afetar a disponibilidade de recursos alimentares utilizados pelas espécies terrestres.

Dessa forma, no que diz respeito a herpetofauna terrestre a Alteração na cadeia trófica desencadeada a partir de ambientes aquáticos que poderia levar à redução da performance das espécies possui **ocorrência potencial (P); incidência indireta (D); natureza negativa (Neg); duração de caráter temporário de médio prazo (TM); e reversível (Rev)**, visto que a condição geral do habitat do rio deve retornar às anteriores ao rompimento da barragem reestabelecendo uma possível, mas improvável conexão trófica. O impacto é considerado de **extensão que poderia alcançar a Unidade de Conservação e a Zona de Amortecimento (UC+ZA)** mas deve ser considerado de **baixa importância (B) e baixa magnitude (B)** já que não tende a resultar em alterações das funções ecossistêmicas ou da integridade de populações das espécies e dos sistemas ecológicos da UC. Assim, o impacto Alteração na cadeia trófica desencadeada a partir de ambientes aquáticos que poderia levar à redução da performance das espécies, se ocorreu, possui **significância baixa (B)**.

## Ictiofauna

O soterramento de manchas de recursos alimentares, de habitats e estruturas utilizados para forrageamento e a mortalidade de peixes, além de afetar sensivelmente a dinâmica e estrutura da ictiofauna local, também causa impactos na cadeia trófica. Neste ponto os efeitos na cadeia trófica podem ser de dois tipos: diretos ou indiretos. Como efeitos diretos podemos salientar o efeito mecânico do soterramento das manchas de recursos alimentares utilizados pelas espécies, que são forçadas a buscar fontes de alimentos em outros ambientes, o que pode gerar uma situação de competição interspecífica por alguma outra fonte de alimento disponível, mas que pode ser sobreexplorada pela assembleia. Indiretamente, essa competição pode causar alterações nas abundâncias das populações, uma vez que espécies consideradas boas competidoras irão se sobressair na disputa pelo recurso, aumentando a sua abundância, enquanto as competidoras fracas poderão sofrer redução na abundância, podendo eventualmente ser excluídas da assembleia daquele local. Estas flutuações de abundâncias associadas ao deslocamento de recursos explorados pelas espécies altera a configuração das cadeias tróficas, deslocando as forças de interação espécie-recurso, o que potencialmente impactará o funcionamento do ecossistema aquático.

**Ocorrência potencial (P); Incidência indireta (I); Natureza negativa (N)**, a escassez de informação dificulta a classificação desse impacto, fazendo com que este seja apontado como provável; **Duração de caráter temporário de longo prazo (TL)**; o impacto pode ser considerado **Reversível (Rev)** na medida que houver a recuperação da disponibilidade de recursos alimentares e restabelecimento natural das populações afetadas; sua **extensão está restrita à zona de amortecimento (ZA)**, esse impacto deve ser considerado de **Alta importância (A)**, pois afetou todas as espécies de peixes presentes no local, **Baixa magnitude**, pois não afeta a integridade de processos ecológicos dentro da UC. Sendo assim, este é um impacto de **Significância alta (A)**.

## (B6) Alteração na composição da assembleia ou comunidades aquáticas

### Vegetação, Mastofauna, Avifauna e Herpetofauna

Este impacto aplica-se apenas à ictiofauna, não tendo sido observado de forma direta para mamíferos, avifauna ou herpetofauna.

## Ictiofauna

Espécies de peixes dependentes dos recursos alimentares soterrados pela onda de rejeitos, como os detritívoros, *Leporinus copelandii* (Piau-vermelho) e *Megaleporinus conirostris* (Piau-branco), *Cyphocharax gilbert* (Saguirú), o invertívoro, *Pimelodus maculatus* (Mandi-amarelo) provavelmente foram severamente atingidas. Além disso, espécies dependentes de grande volume de água e ambientes como corredeiras, como o endêmico *Standachneridon doceanum* (Surubim-do-doce), também foram provavelmente prejudicadas.

Esta espécie, além de endêmica da bacia do Rio Doce, está classificada como criticamente em perigo (CR) nas listas da IUCN, do MMA e do estado de Minas Gerais. Segundo o Livro Vermelho de Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (ICMBIO, 2018), atualmente a área de ocorrência do Surubim-do-doce está restrita a poucas localidades do alto e médio Rio Doce, porção na qual se encontra o MONA Pico do Ibituruna. Trata-se de uma espécie típica de ambientes de corredeiras profundas, com substrato rochoso (como encontrados em trechos do Rio Doce dentro da Zona de Amortecimento), ambientes que costumam ser bastante impactados por consequência de assoreamento, o que inevitavelmente aconteceu por consequência do



rompimento. Porém, dadas as características dos riachos encontrados dentro a UC, podemos considerar que sua ocorrência dentro da mesma é bastante improvável.

Além disso, a introdução de predadores (ex. Dourados, Tucunarés, Piranhas, Bagre-Africano, Pescada) impacta profundamente a assembleia de peixes nativa, atuando na redução da diversidade taxonômica e funcional das assembleias de peixes, especialmente se considerarmos o fato de que estas espécies costumam ocupar nichos vagos, não utilizados pelas espécies nativas. Outro impacto relevante é a sobreposição de nicho em espécies congêneres, como é o caso das Curimbas, em que as espécies introduzidas (*Prochilodus argenteus*, *P. coatatus* e *P. lineatus*) são melhores competidoras que a espécie nativa, *P. vimbooides*, que configura na lista de espécies ameaçadas do Espírito Santo devido à sobrepesca e à introdução de seus congêneres (ICMBIO, 2018).

Durante a visita à UC foi observada uma grande quantidade de açudes para armazenamento de água, que também são utilizados para a estocagem de peixes, em sua maioria exóticos e alóctones. Após a contaminação do Rio Doce pela onda de rejeitos, praticamente toda a captação de água do Município de Governador Valadares foi deslocada para a região do Pico da Ibituruna, reduzindo drasticamente o volume de água disponível para o abastecimento dos riachos que desaguam no Rio Doce, que em sua grande maioria estavam completamente secos próximos à confluência com o rio, mesmo sendo visitados em período chuvoso, impossibilitando o deslocamento de indivíduos da calha do Rio Doce para os tributários que drenam a MONA e sua Zona de Amortecimento. Este impacto pode ser caracterizado como indireto, mas de grande importância para a manutenção da ictiofauna nativa da região.

Considerando as características dos riachos visitados, extremamente declivosos e encachoeirados, com substrato rochoso muitas vezes composto por longas extensões de lajes de rocha matriz, pode-se afirmar que a ictiofauna nativa da MONA pode apresentar baixa riqueza de espécies e deve ser composta apenas por espécies de pequeno porte, com capacidade de se adaptar a ambientes de alta correnteza (e.g. cambévas do gênero *Trichomycterus*), alguns cascudinhos e alguns elementos que habitariam os poços marginais formados pelo processo erosivo das rochas (e.g. piabas, como *Serrapinnus* e *Astyanax*, e os barrigudinhos, como *Phalloceros* e *Poecilia*, esta última, exótica). Dada as características esperadas para a fauna, a modificação dos ambientes lóticos para lênticos afeta profundamente a estrutura das assembleias dos riachos da MONA.

**Ocorrência potencial (P); Incidência indireta (I); Natureza negativa (Neg)**, a escassez de informação dificulta a classificação desse impacto, fazendo com que este seja apontado como provável; **Duração de caráter permanente (Per)**; o impacto pode ser considerado **reversível (Rev)** por ser profundamente dependente da dinâmica populacional das diferentes espécies que compõem a assembleia, que já foi impactada por mortalidade de indivíduos; sua **extensão está restrita à zona de amortecimento (ZA)**, esse impacto deve ser considerado de **Alta importância (A)**, pois afetou todas as espécies de peixes presentes no local, **Baixa magnitude (B)**, pois não afeta a integridade de processos ecológicos dentro da UC. Sendo assim, este é um impacto de **Significância Alta (A)**.

**(B7) Aumento na riqueza e abundância relativa de espécies introduzidas.**

#### **Vegetação, Mastofauna, Avifauna e Herpetofauna**

Não existem evidências que suportam um aumento na riqueza e abundância relativa de espécies vegetais, de mamíferos, aves, ou herpetofauna introduzidas em ambientes aquáticos ou terrestres, na UC.

**Ictiofauna**

Impactos como aumento de turbidez, diminuição da disponibilidade de recursos e contaminação, costumam forçar o deslocamento de indivíduos para áreas não atingidas. Considerando isso, embora fosse esperado um deslocamento para os tributários, dadas as suas características é muito pouco provável que espécies de grande porte tenham realizado deslocamento forçado. Na eventualidade de que isso tenha ocorrido, foi um evento temporário pelo período em que os tributários mantiveram conexão com o Rio Doce. Esse deslocamento forçado pode ter diversas consequências nas populações já residentes dos locais receptores, normalmente ligadas à competição e predação, mas também a proliferação de parasitas e doenças. No caso de espécies invasoras mais resistentes (como a maior parte das espécies introduzidas), estas podem trazer parasitas ou doenças, que podem se espalhar, favorecidas pela diminuição da disponibilidade de recursos ocasionada pela competição inter e intraespecífica. Além disso, espécies frequentes em pequenos tributários costumam ser de porte menor e podem sofrer com o aumento da predação, ocasionado pela chegada de novos predadores, provenientes do rio principal. A presença dos predadores introduzidos é considerada como a principal ameaça para as populações de *Oligossarcus solitarius*, espécie endêmica da bacia do Rio Doce e classificada como EN na Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna do Estado de Minas Gerais (COPAM, 2010; Vieira 2010). Esta espécie já foi documentada como tendo desaparecido em lagos onde foi detectada a presença de *Pygocentrus nattereri* e *Ciclha kelberi* (Vieira, 1994; Fragoso-Moura et al., 2016).

**Ocorrência potencial (P); Incidência indireta (I); Natureza negativa (Neg); Duração de caráter permanente (Per)**, no diagnóstico de linha de base foi detectada a ocorrência de espécies introduzidas na área de estudo, no entanto como a introdução de espécies é uma prática comum existe o potencial de novas introduções ocorrerem nos próximos anos, e uma vez que a espécie introduzida consegue se estabelecer no ambiente aquático, sua erradicação é improvável; o impacto pode ser considerado **Reversível (Rev)**, porém é totalmente dependente de regulamentação da permissão de captura de indivíduos das espécies introduzidas e estabelecimento de proibição de captura das espécies nativas; com **extensão na Zona de Amortecimento e na Unidade de Conservação (ZA+UC)**. **Alta importância (A)**, pois afeta a dinâmica e a estrutura das assembleias de peixes presentes no local, **Alta magnitude (A)**, pois afeta a integridade de processos ecológicos dentro da UC. Sendo assim, este é um impacto de **Significância muito alta (MA)**.

**(B11) Contaminação e bioamplificação de contaminantes em animais e plantas.**

Este impacto, sendo confirmado, atua como o elo de ligação entre as alterações físicas e químicas da água resultantes do aumento da carga de contaminantes, especialmente de metais pesados, decorrente do rompimento da barragem de Fundão, extensamente documentadas no tópico 6.1.5 (Descrição dos impactos do meio físico) com a fauna aquática, e uma posterior a transferência e contaminação do ambiente terrestre via cadeia trófica.

A transferência de contaminantes do Rio Doce para os tributários na biomassa de organismos móveis, que agiriam como biovetores ou biotransportadores (Schiesari et al. 2017). Essa transferência pode ocorrer a partir da dispersão de peixes e invertebrados aquáticos do Rio Doce para os seus tributários, carregassem em sua biomassa os contaminantes presentes na calha do rio. Sendo os organismos aquáticos predados por organismos terrestres, estes contaminantes seriam transferidos e bioamplificados ao longo da cadeia trófica e depositados no ambiente terrestre por meio da excreção, defecação, muda e, especialmente, morte e decomposição.

Este é um impacto de **ocorrência potencial (P)**; **Incidência indireta (I)**; **Natureza negativa (Neg)**, pois pode ser desencadeado pela contaminação da água do Rio Doce decorrente do rompimento da barragem de Fundão; **Duração temporária de longo prazo (TL)**, pois sua influência na fauna e flora dependerá do encadeamento ecológico; o impacto pode ser considerado **Reversível (Rev)**, pois existem tecnologias capazes de restabelecer condições da qualidade da água e dos sedimentos similares às anteriores ao rompimento da barragem de Fundão; com **extensão na Zona de Amortecimento e na Unidade de Conservação (UC+ZA)**. **Alta importância (A)**, pois afetou todas as espécies de peixes presentes no local, **Baixa magnitude (B)**, pois não afeta a integridade de processos ecológicos dentro da UC. Sendo assim, este é um impacto de **Significância Alta (A)**.

### 6.3 Impactos no Meio Socioeconômico e Cultural

A análise dos impactos sobre as unidades de conservação na perspectiva socioeconômica, cultural e de uso público apresenta alguns importantes desafios. Não se trata de avaliar os impactos sobre a população local, mas como o impacto sobre a UC se reflete no meio socioeconômico e cultural vice-versa, como o impacto no meio socioeconômico e cultural se manifesta na UC, seja no uso direto ou indireto do território. Outros estudos promovidos pela Fundação Renova detalharam os potenciais e efetivos impactos sobre a população em seus diversos aspectos e estabeleceram medidas de reparação, mitigação ou compensação. Não é tarefa fácil mensurar os impactos socioambientais e culturais, pois, em muitos casos, passa pela percepção do grupo social, pela valorização do espaço protegido ou pelas relações simbólicas estabelecidas.

Impactos sobre uma Unidade de Conservação podem ser verificados a partir de elementos tangíveis e intangíveis. Ou seja, alguns impactos são de fácil compreensão, apresentam nítida relação de causa-efeito; outros não são facilmente perceptíveis, possuem características cuja compreensão demanda maior acuidade e reflexão. A queda na visitação de uma determinada UC e a consequente diminuição de sua arrecadação é um exemplo de impacto tangível, facilmente observável a partir dos controles de venda de ingressos estabelecidos pela gestão da unidade. A poluição de mananciais e consequente comprometimento do abastecimento público ou do uso pontual da água para dessedentar animais, é impacto tangível. Dentre os impactos intangíveis, pode-se citar aqueles de natureza simbólica, como a perda de territórios sagrados decorrente da destruição dos mesmos ou de interrupção de acessos para se chegar a eles; alterações significativas em lugares que fazem parte da história coletiva também são profundamente impactantes, mas nem sempre facilmente perceptíveis.

Rosa (2014) alerta que muitos dos impactos sobre os serviços ecossistêmicos, sobretudo aqueles vinculados aos serviços reguladores, não podem ser identificados a partir de informações usualmente coletadas nos estudos de impacto ambiental ou por meio de informações obtidas por meio de avaliações expeditas e que há dificuldades de se encontrar bons indicadores. Na avaliação da autora, tal fato se deve à “dificuldade de incorporar a realidade local, os aspectos culturais e percepções subjetivas das comunidades à avaliação de impactos, um procedimento técnico” (ROSA, 2014, p. 141).

Os impactos relacionados ao meio socioeconômico, cultural e de uso público identificados estão ligados principalmente à oferta dos serviços ambientais ou ecossistêmicos referentes: i) aos Serviços de Provisão: energia e matéria, como alimentos, matéria-prima, água potável; ii) aos Serviços Culturais: referem-se ao bem-estar não material, como lazer, turismo, espiritualidade, inspiração, herança e transmissão cultural.

A seguir, são analisados os atributos de cada impacto verificado no MONA Pico do Ibituruna e em sua Zona de Amortecimento, a fim de avaliar a significância de cada um deles e indicar, posteriormente, as necessárias medidas para reparar, mitigar ou compensar seus efeitos.

A avaliação dos impactos do rompimento da Barragem de Fundão no meio Socioeconômico e Cultural e de Uso Público seguiram a metodologia definida pela Fundação Renova, considerando, porém os conceitos adicionais propostos no início do Tópico 6 (Tabela 40).

A seguir, os impactos identificados ao longo desse Diagnóstico são apresentados numericamente e dentro da perspectiva dos critérios utilizados para sua avaliação.

A Matriz de Avaliação dos Impactos no Meio Socioeconômico e Cultural e de Uso Público corresponde a Tabela 54.

Tabela 54 - Matriz de Avaliação dos Impactos no Socioeconômico e Cultural e de Uso Público

IDENTIFICAÇÃO		EXAME				SIGNIFICÂNCIA				
Nº do impacto	Impacto	Ocorrência	Incidência	Natureza	Duração	Reversibilidade	Extensão	Importância	Magnitude	Significância
S1	Perda de espaço de sociabilidade, de lazer e comprometimento da prática de esportes náuticos	R	D	Neg	TL	Rev	ZA	A	B	Média
S2	Desalento pela perda de produção agropecuária e/ou piscicultura em 2015	R	D	Neg	TC	Ire	ZA	A	B	Alta
S3	Perda de áreas de produção agrícola, pecuária e de pesca	R	D	Neg	TL	Rev	ZA	A	B	Média
S4	Perda de fonte de abastecimento de água/ perda de acesso a água	R	D	Neg	TL	Rev	ZA	A	A	Alta
S5	Perda das relações topofílicas	R	I	Neg	TM	Rev	ZA	A	B	Média
S6	Colapso no sistema de coleta de esgoto	R	D	Neg	TC	Rev	ZA	M	M	Média
S7	Acirramento dos conflitos socioambientais	R	I	Neg	TM	Rev	ZA	B	B	Baixa
S9	Perdas econômicas no setor de serviços (alimentação, bebidas e hospedagem)	R	I	Neg	TM	Rev	ZA + UC	B	B	Baixa
S10	Perda de identidade laboral	R	I	Neg	TL/Per	Rev	ZA	A	A	Alta
S11	Aumento da especulação imobiliária dentro da UC	P	I	Neg	Per	Rev	ZA + UC	A	A	Muito Alta



**(S1) Perda de espaço de sociabilidade e de lazer e comprometimento da prática de esportes náuticos**

A perda de espaço de sociabilidade, de lazer e comprometimento da prática de esportes náuticos possui ocorrência **real (R)** na **Zona de Amortecimento** da UC, pois todo o leito e calha do rio, incluindo suas margens eram utilizados todo final de semana, ou mesmo em alguns dias úteis, pela população da cidade que se reunia para práticas de lazer. Práticas esportivas como surf, caiaque, canoagem e natação também eram frequentes. A população deixou de usar estes espaços em suas diversas práticas de lazer, fato constatado por visitas realizadas pela equipe às áreas atingidas que demonstraram o total abandono dessas práticas pela população, pois mesmo nos finais de semana, o rio estava completamente vazio de pessoas. O impacto tem incidência **direta (D)**, pois as modificações foram provocadas pela passagem da lama, após o rompimento da barragem do Fundão; tem natureza **negativa (N)**, pois implica em perda para a comunidade local; **duração temporária de longo prazo (TL)**, dado que o rejeito contaminado por metais será ressuspensão, redepositado e ressuspensão por período superior a dez anos. O impacto é **reversível (rev)**, porque existe tecnologia disponível para sua solução; tem **extensão** na **Zona de Amortecimento (ZA)**, pois atingiu manchas localizadas na Zona de Amortecimento utilizadas pela população local para lazer e sociabilidade e não chegou a atingir a área da UC propriamente dita. No Parque Natural Municipal houve deposição de lama de rejeitos nas áreas marginais, inclusive atingindo uma das trilhas. O comprometimento da prática de esportes náuticos decorreu de alteração na dinâmica hídrica do rio, com o soterramento de rápidos/corredeiras onde eram praticadas atividades náuticas, com destaque a uma modalidade de surf fluvial, além de canoagem e passeios de caiaque. Todas foram interrompidas pela deposição de sedimentos de rejeitos eliminando esses rápidos do Rio. Em Derribadinha, o Bar do Paulino, com sua estrutura com mesas e cadeiras, mesa de sinuca e campo de futebol, era importante ponto de encontro das pessoas que iam pescar ou nadar no Rio Doce. Ali serviam refeições aos pescadores e os moradores se juntavam para beber e conversar. Essas estruturas não são mais utilizadas, já que as atividades de lazer e pesca no Rio não acontecem mais. Os rejeitos ocuparam toda a faixa de quintais das propriedades lindeiras, acabando, assim, com a opção de lazer dos moradores. Os frequentadores de final de semana não usam mais as margens do Rio Doce para pesca e demais atividades náuticas de lazer, por conta da presença/influência da lama de rejeitos na área; o campo de futebol de várzea foi afetado pela lama e mesmo depois de três anos, continua sem uso, provavelmente por conta do estigma que a lama de rejeitos deixou nos ambientes pelos quais passou. Não há mais o espaço de lazer e recreação às margens do Rio Doce para moradores de Derribadinha e, também, para visitantes de finais de semana, pescadores, praticantes de motocross e mountain-bike. A **importância foi considerada alta (A)** pois afeta as práticas de lazer e esportivas, algumas delas só podem acontecer nesses locais. Sua **magnitude é baixa (B)** pois presentemente afetou a integridade das pessoas, impedidas de praticar as atividades de lazer, alterando a dinâmica social local. O impacto tem **significância média (M)**.

**(S2) Desalento pela perda de produção agropecuária e/ou piscicultura (2015)**

O **desalento pela perda de produção agropecuária e/ou piscicultura (2015)**, tratou-se de uma ocorrência **real (R)** de incidência **direta (D)** na **Zona de Amortecimento** da UC, pois decorre de deposição de rejeitos ao longo de toda a margem do Rio Doce, soterrando plantações agrícolas anuais, como verduras e legumes e matando parte dos pequenos animais e do gado, tragados pela subida do nível do rio. Tem natureza **negativa (Neg)** porque implica em perdas econômicas e sociais e tem duração **temporária de curto prazo (TC)**, caso tenha ocorrido a indenização dos atingidos pelas perdas; caso não ocorra a indenização, o impacto perdura sobre a comunidade local. Também é uma situação **irreversível (Ire)**, pois mesmo com a indenização de perdas econômicas, o trabalho dispendido, os vínculos sociais estabelecidos e outros elementos de natureza intangíveis estarão sempre presentes. Tem extensão na **Zona de Amortecimento (ZA)**, pois atingiu algumas propriedades localizadas nas margens do Rio Doce, na Zona de Amortecimento,

e não chegou à UC. Em Derribadinha, as áreas de agricultura e de criação de animais próximas ao rio foram atingidas diretamente pelos rejeitos que ocuparam toda a faixa de quintais acabando, assim, com a produção agrícola e determinando que os animais fossem transferidos para outros locais, alterando o esforço para produção. As plantações ao longo do rio foram eliminadas após a deposição dos rejeitos. Foi comprometida a produção para consumo das famílias que vivem na faixa próxima ao rio, o que ocorreu também com a produção para a venda. Mesmo o que restou não foi consumido em razão das desconfiças em relação à qualidade sanitária dos alimentos. Na área do sr. Paulino foi perdida também parte da produção de peixes que cultivavam e que não houve possibilidade de alteração do lugar. O impacto tem importância **alta (A)** pois afeta os usos socioeconômicos locais; e tem **magnitude baixa (B)**, pois pode alterar os sistemas sociais locais, além de permanecer na memória coletiva. A partir da análise dos atributos do impacto chega-se à conclusão de que possui **significância alta (A)**.

### **(S3) Perda de áreas de produção agrícola, pecuária e de pesca**

A **perda de áreas de produção agrícola, pecuária e de pesca** tem ocorrência **real (R)** e incidência **direta (D)** na **Zona de Amortecimento**, pois decorre da contaminação das águas do Rio Doce e consequente impedimento da pesca, da deposição da lama sobre áreas anteriormente utilizadas para o plantio agrícola, criação de pequenos animais e pecuária, além de tanques de criação de pesca. Tem natureza **negativa (neg)** pois implica em perda de espaço para as atividades econômicas de populações locais. Tem **duração temporária de longo prazo (TL)** dado que o rejeito contaminado por metais será ressuspensão, redepositado e ressuspensão por período superior a dez anos. Há possibilidade de **reversibilidade (Rev)**, pois existem tecnologias disponíveis para recuperação. O impacto tem **extensão** na **Zona de Amortecimento (ZA)**, pois se manifesta nas plantações e criações às margens do Rio Doce, principalmente na localidade de Derribadinha.

A percepção e fala dos entrevistados é de consciência de que o material do rejeito danifica as plantas. Nesse sentido, não ocorreram mudanças nos últimos três anos. Em Derribadinha, os rejeitos ocuparam toda a faixa de quintais, o que comprometeu as áreas de produção agropecuária, causando impacto direto. As áreas de margem eram muito utilizadas e hoje não são mais. Também foi perdida a área para criação de peixes, restando tanque comprometido após cheia do Rio Doce.

Em razão às perdas impostas à comunidade o impacto é de **importância alta (A)** e tem **magnitude baixa (B)**, pois provoca alterações espaciais e sociais. Dessa forma, o impacto perda de áreas de produção agrícola, pecuária e piscicultura possui **significância média (M)**.

### **(S4) Perda de fonte de abastecimento de água/ perda de acesso a água**

A **perda de fonte de abastecimento de água/ perda de acesso a água** é um impacto de ocorrência **real (R)**, e deve-se à passagem da pluma de rejeitos que comprometeu a qualidade da água do Rio Doce nos aspectos relacionados ao aumento da carga suspensa e consequente turbidez, à contaminação das águas por metais (contaminantes indestrutíveis), à contaminação microbiológica e às demais alterações físico-químicas. Logo, o impacto é **direto (D)** e de **natureza negativa (Neg)**. A avaliação realizada pelo Meio Físico indica que o enorme volume de lodo de rejeitos depositado ao longo do curso dos Rios Gualaxo, Carmo e Doce, a montante de Governador Valadares, torna esse impacto **temporário de longo prazo (TL)**, com possibilidade de ressuspensão, redeposição e carreamento sazonal do lodo de rejeitos pela chuva, durante tempo superior a dez anos. É, entretanto, **reversível (R)** e, na perspectiva socioeconômica esse caráter se

dá tanto pela existência de tecnologia para reverter o impacto físico, quanto pelos arranjos sociais que viabilizam novos acessos ao recurso hídrico. Ocorre na Zona de Amortecimento da UC, com **extensão (ZA)**. Em Derribadinha (ZA) houve transferência dos poços para locais mais distantes do leito do rio, mas ainda em seu talvegue. Outros locais foram procurados para abastecimento de água, dado que suas fontes situam-se fora da área de influência da calha do rio, como o Bairro do Brejaúba. Como se trata de uma área localizada na meia encosta e no piemonte do morro do Ibituruna há uma grande quantidade de nascentes (daí a justificativa também de ocorrer ali a APE). O bairro, por essas características, transformou-se num dos grandes prestadores de serviços ecossistêmicos de provisão, fornecendo água potável para a cidade de Governador Valadares, fato que perdura até o presente momento. Os relatos dos moradores indicam que quando da chegada da lama de rejeitos ao município, o bairro de Brejaúba ampliou significativamente a quantidade de moradores de outros locais que vinham abastecer-se de água produzida pelas nascentes do bairro. Formavam-se (e ainda se formam) filas para encher garrações e demais recipientes com água das nascentes do bairro, principalmente nos finais de semana. O impacto tem **alta importância (A)** pois além das significativas alterações na dinâmica das comunidades locais interfere no principal recurso protegido pela da Unidade de Conservação, os mananciais. Tem alta **magnitude (A)** posto que interfere num dos principais serviços ecossistêmicos de provisão, que é a água. O impacto **perda de fonte de abastecimento de água/perda de acesso a água** tem, portanto, **significância Alta (A)**.

#### **(S5) Perda das relações topofilicas**

As relações topofilicas dizem respeito a uma relação simbólica e não material que as comunidades situadas nas proximidades estabelecem com um determinado lugar. Essa relação contempla sentimentos e sensações como proteção, segurança, memória, sonho, intimidade, conhecimento, felicidade, afetos. A **perda das relações topofilicas** foi bastante severa para os moradores. O rio era símbolo de identidade e de pertencimento da população do entorno das UC, manifestadas pelo sem número de atividades de socialização, de lazer, de vida. Assim, na perspectiva das relações simbólicas construídas, a ocorrência do impacto **foi real (R)**, de incidência **indireta (I)**, natureza **negativa (Neg)**, posto que a perda foi ocasionada pelas mudanças em razão da presença da lama de rejeitos e afetou os moradores causando muita tristeza. Tem duração **temporária de médio prazo (TM)** pois estará na memória da coletividade mesmo que o lugar recupere suas condições de uso; é **reversível (Rev)**, porque é esperado que após medidas de recuperação da área, esta venha a ser novamente utilizada e novas relações serão construídas. Ocorre na Zona de Amortecimento, com **extensão (ZA)**, pois o sentimento é comum aos moradores da área de estudo, tendo **importância alta (A)** pois altera significativamente a relação com o lugar. Com a lama de rejeitos, os relatos da população apontam um total esgarçamento dessas relações. Muitos deles não conseguem voltar as margens do rio, consideram-no um rio morto; e **magnitude baixa (B)** dado que o esgarçamento das relações topofilicas pode descomprometer os moradores com a conservação do lugar. Considerando esses aspectos, a **significância** do impacto perda das relações topofilicas é **Média (M)**.

#### **(S6) Colapso no sistema de coleta de esgoto**

Com relação ao **colapso no sistema de coleta de esgoto** ocorreu fenômeno semelhante aos poços de abastecimento. A maioria da população que habita a faixa marginal do rio, fora da área urbanizada, possui sistema de coleta de esgoto baseado em fossas, sépticas ou com sumidouro. Com a chegada da lama de rejeitos, tais sistemas foram atulhados com a lama de rejeitos, intercambiando contaminantes com o leito do rio. As fossas, pelos relatos dos moradores, foram refeitas ou transferidas de local. Assim, a ocorrência do impacto foi **real (R)**, de incidência **direta (D)**, de natureza **negativa (Neg)** e de curta **duração (TC)**, em razão

das soluções e arranjos já instalados. É um impacto **reversível (Rev)**, de **extensão** na **Zona de Amortecimento (ZA)**, de importância **média (M)** e magnitude **média (M)**. Assim, o impacto colapso no sistema de coleta de esgoto tem **significância média (M)**.

#### **(S7) Acirramento dos conflitos socioambientais**

Conflitos e tensões entre moradores e Fundação Renova ocorreram em razão do não pagamento de perdas econômicas que se julga de direito e da pouca transparência na relação por parte da Fundação. A falta de transparência em relação à água é motivadora de especulações dos moradores de Derribadinha sobre a sua real qualidade para consumo ou dessedentação de animais. Quanto às perdas, a queixa dos moradores é o não pagamento pela Samarco/Renova das perdas econômicas ocorridas na área. Alega-se que em outros bairros foi realizada a entrega de cartões bancários aos afetados. Na Derribadinha foi informado não haver registros de pessoas que receberam tal cartão, agravando a relação já conflituosa entre a população e as empresas (Samarco/Renova). O impacto teve **ocorrência real (R)**, a **incidência indireta (I)**, pois o acirramento dos conflitos decorre de postura da Fundação Renova em relação ao não pagamento de indenizações de pessoas que tiveram suas atividades impactadas pela deposição do rejeito na Zona de Amortecimento. Portanto, a natureza do impacto é **negativa (Neg.)**, e a duração é **temporária de médio prazo (TM)**, diante da possibilidade de esclarecimentos e potenciais acordos. Assim, o impacto é **reversível (Rev)**, de **extensão** na **Zona de Amortecimento (ZA)** só entre os moradores das margens do rio, sobretudo em Derribadinha. Tem **importância baixa (B)** e **magnitude baixa (B)**. Assim, o impacto acirramento dos conflitos socioambientais tem **significância baixa (B)**.

#### **(S9) Perdas econômicas no setor de serviços (alimentação, bebidas e hospedagem)**

Além da perda física da produção agrícola, pecuária e da piscicultura ocorreram as **perdas no setor de serviços (alimentação, bebidas e hospedagem)**, como aquelas do comércio e dos serviços de alimentação e bebida, em decorrência do esvaziamento da localidade por pescadores e outros frequentadores que deixaram de consumir no local. O impacto tem **ocorrência real (R)**, de incidência **indireta (I)**, pois decorre de impacto causado pelo rompimento da barragem do Fundão, como a contaminação da água e perdas de áreas de lazer e sociabilidade; tem natureza **negativa (Neg)**, é **temporário de médio prazo (TM)**. O impacto é **reversível (Rev)**, de **extensão ZA+UC**, pois ocorreu na Zona de Amortecimento, na localidade de Derribadinha e no interior da UC. Tem **baixa importância (B)**, pois afetou poucas comunidades e **magnitude baixa (B)**. Assim, a **significância** do impacto é **Baixa (B)**.

#### **(S10) Perda de identidade laboral**

O trabalho – considerando sua diversidade de aspectos, como o conhecimento necessário para determinadas tarefas, as aptidões, as relações com a natureza, com o território, os vínculos sociais e profissionais, entre outros – é importante definidor de identidades e de alteridades. Pescadores e agricultores constroem fortemente sua identidade no vínculo com o trabalho. Os efeitos do rompimento da barragem do Fundão, ao inviabilizarem a utilização do rio e de suas margens para a pesca e para a agricultura, trouxeram como impacto a **perda de identidade laboral**. O impacto foi **real (R)**, a incidência **indireta (I)**, com natureza **negativa (Neg)** e temporário de longa **duração (TL)**, quando não **permanente (Per)**. O impacto pode ser **reversível (Rev)**, de **extensão** na **Zona de Amortecimento (ZA)** entre os trabalhadores da calha do rio e

de suas margens, mas de alta **importância (A)** por afetar fortemente o meio socioeconômico e de alta **magnitude (A)** pelas alterações que traz ao sistema social. A significância desse impacto é **alta (A)**.

#### **(S11) Aumento da especulação imobiliária dentro da UC**

Com respeito ao **aumento da especulação imobiliária dentro da UC** observou-se um incremento dessas atividades em sua Zona de Amortecimento na faixa lindeira a estrada que circunda tal zona, e ao longo da estrada do Pico do Ibituruna. Assim, a ocorrência é **potencial (P)**, de incidência **indireta (I)**, pois, a se confirmar sua vinculação com o rompimento da barragem do Fundão, seria decorrência da desvalorização de áreas próximas ao Rio Doce para chácaras de lazer ou condomínios. Sua natureza é **negativa (Neg)** e a duração do impacto é **permanente (Per)**. É **reversível (Rev)**, caso haja um programa de ordenamento territorial; tem **extensão na ZA+UC**, pois a tendência é que algumas áreas específicas dentro das UCs sejam mais valorizadas pelo setor imobiliário, havendo também pressão da expansão urbana na Zona de Amortecimento. O impacto tem **alta importância (A)** e **alta magnitude (A)**. Sua **significância** é, então, **muito alta (A)**.

### **6.4 Avaliação de Impacto Integrada**

Passadas as etapas de identificação, caracterização e significação dos impactos, as avaliações dos vários especialistas foram integradas através de um Mapa Conceitual (Figura 78) que estabelece uma rede de hipóteses de ligações mecânicas entre o rompimento da Barragem de Fundão, de um lado, e cada um dos impactos reais e potenciais levantados, de outro. Este Mapa Conceitual, que forma a espinha dorsal desta seção, organiza a compreensão a respeito da miríade de consequências decorrentes da perturbação ambiental sob análise.

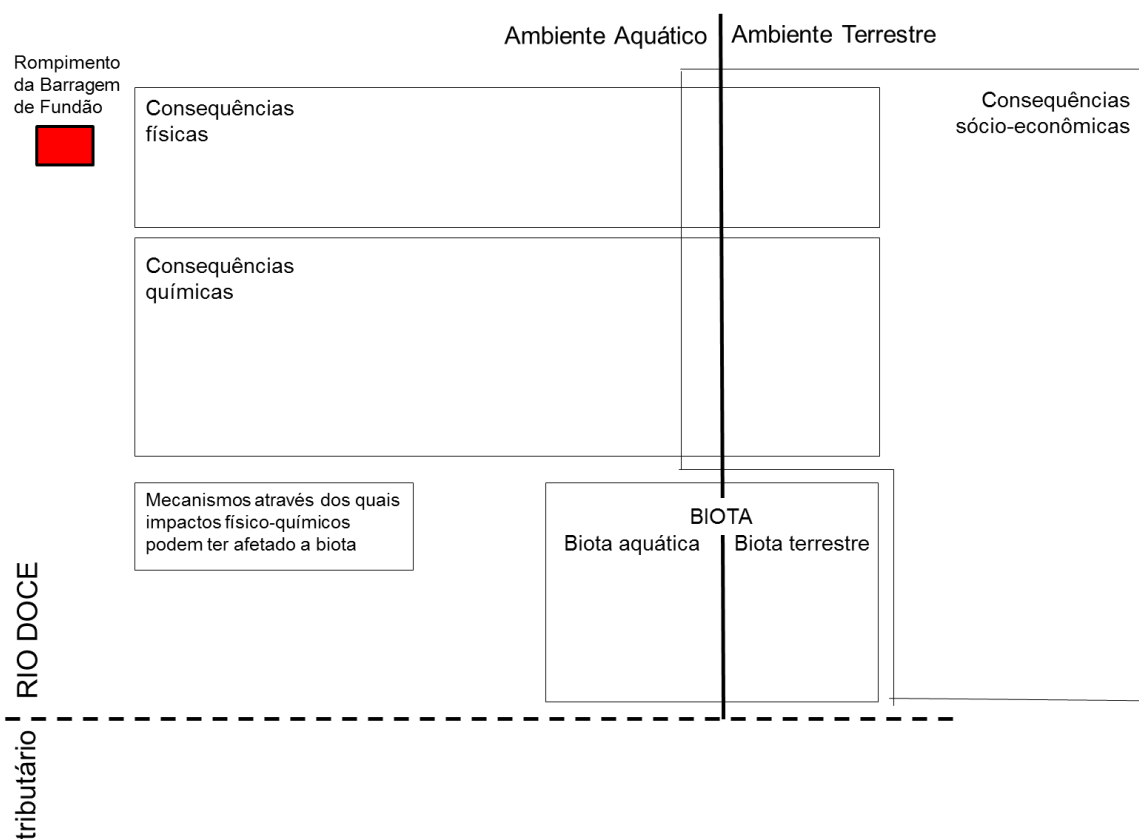
Este Mapa Conceitual foi concebido levando em consideração o conjunto das Unidades de Conservação às margens do Médio e Baixo Rio Doce analisadas por esta equipe, quais sejam: Área de Proteção Especial Pico do Ibituruna, Monumento Natural Pico do Ibituruna (Governador Valadares, MG), Reserva Particular do Patrimônio Natural Sete de Outubro (Conselheiro Pena, MG), Parque Estadual Sete Salões (Conselheiro Pena, Itueta, Resplendor, Santa Rita do Itueto, MG), Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Bulcão (Aimorés, MG) e Floresta Nacional de Goytacazes (Linhares, ES). Esta decisão se justifica porque (i) todas as Unidades de Conservação estão unidas por um mesmo elemento da paisagem – o Rio Doce – e por um mesmo episódio de perturbação ambiental – o rompimento da Barragem de Fundão e (ii) a quantidade, qualidade e detalhamento dos dados, observações e relatos são heterogeneamente distribuídos ao longo do Rio Doce, de tal forma que ignorar dados, observações e relatos obtidos a montante ou a jusante de determinada Área de estudo representaria uma perda desnecessária de informações.

Ainda assim, evidentemente que são consideradas nesta AIA apenas alterações potenciais ou reais na Área de estudo específica deste documento – qual seja, o MONA Pico do Ibituruna. Fatores (caixas) e impactos (círculos) sem ocorrência real ou potencial no MONA Pico do Ibituruna são ‘apagadas’ (isto é, apresentadas em linhas, fontes e/ou cor de fundo cinza claro) enquanto fatores (caixas setas) e impactos (círculos) com ocorrência real ou potencial no MONA são realçadas (apresentadas em linhas e fontes pretas) no Mapa Conceitual.



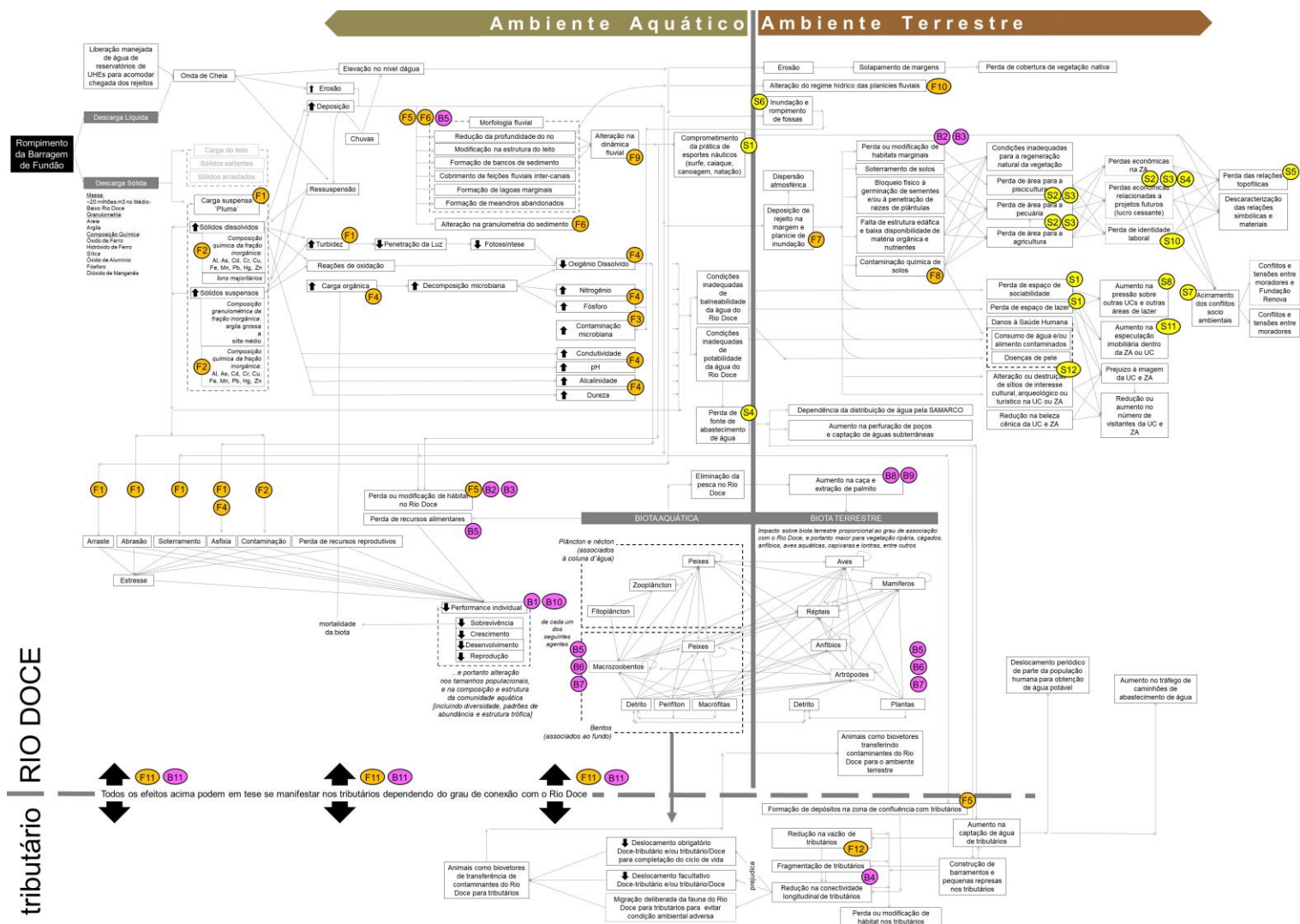
O Mapa Conceitual descreve hipóteses de relação de causa-e-efeito entre o rompimento da Barragem de Fundão (canto superior esquerdo) e atributos físicos, químicos, biológicos, sociais e econômicos de ambientes aquáticos (esquerda) e terrestres (direita) nas Unidades de Conservação do Médio e Baixo Rio Doce. Parte das alterações foram consideradas 'impactos', que estão numerados sequencialmente para o meio físico-químico (F), biótico (B) e socioeconômico (S). A Figura 77 representa a estrutura do Mapa Conceitual.

Figura 77 - Estrutura do Mapa Conceitual



A Figura 78 apresenta o Mapa Conceitual, o qual encontra-se em melhor resolução (visualização) no Encarte VII:

Figura 78 - Mapa Conceitual



Em 5 de novembro de 2015 o rompimento da Barragem de Fundão em Mariana (MG) despejou 39,2 milhões de metros cúbicos de rejeitos de minério de ferro no sistema do Rio Doce.

Esta notável perturbação ambiental promoveu um aumento na descarga líquida que, somada à liberação manejada de água de reservatórios de hidroelétricas para acomodar a chegada da pluma de rejeitos, contribuiu para a formação de uma onda de cheia. Esta onda de cheia promoveu uma pequena elevação no nível d'água do Médio e Baixo Rio Doce. Ao contrário do Rio Gualaxo, do Carmo e Alto Rio Doce, no Médio e Baixo Rio Doce a água manteve-se no leito do rio e agiu com limitado potencial erosivo das margens. No mais, o aumento na descarga líquida do Médio e Baixo Rio Doce causado pelo rompimento da Barragem de Fundão foi muito inferior à descarga líquida máxima registrada ano a ano por ocasião das chuvas de verão.

Por outro lado, a descarga sólida, composta de rejeitos na forma de siltes médios, siltes finos e argilas grossas resultou numa altíssima e imediata elevação nos sólidos totais, sólidos suspensos, sólidos dissolvidos e turbidez que se estendeu pelos meses seguintes na temporada chuvosa (Impacto F1). Valores elevados quando comparados com a linha de base continuaram sendo registrados meses ou mesmo anos após o evento.

Parte do rejeito foi carregado até a desembocadura do Rio Doce e lançado no Oceano Atlântico. Parte do rejeito foi depositado no leito do Rio Doce promovendo a alteração na granulometria do sedimento, a formação de bancos de sedimento, a alteração da conformação da confluência de tributários e a redução da profundidade do rio (Impactos F5, F6). Pescadores de Resplendor, familiarizados com a batimetria local do Rio Doce por conta da instalação periódica de redes de profundidade, relataram depósitos de sedimento de até 20 ou 25m de espessura. Estas alterações na batimetria são a provável causa das alterações na dinâmica fluvial – tais como mudanças na distribuição espacial de rápidos - relatadas por moradores, pescadores e esportistas (Impacto F9). Finalmente, parte do rejeito foi depositado na margem e planície de inundação do Rio Doce, onde promoveu o soterramento de solos, a formação de crostas rígidas capazes de prejudicar a penetração de raízes de plântulas e/ou a germinação de sementes, e a perda ou degradação de habitats marginais (Impacto F7).

A contaminação de águas e solos do Rio Doce e planícies de inundação, e por extensão da biota, foi também consequência inequívoca do rompimento da Barragem de Fundão (Impactos F2, F8). O rejeito, de minério de ferro, era composto predominantemente por óxido de ferro, hidróxido de ferro, óxido de alumínio e dióxido de manganês.

De forma correspondente, a chegada da pluma de rejeitos promoveu uma elevação pronunciada nas concentrações de ferro, alumínio e manganês, mas também de chumbo, mercúrio, arsênio, cádmio, cobre, cromo e zinco. Muitos destes metais continuaram sendo registrados em concentrações elevadas relativo à linha de base por dois ou mais anos após o desastre. Mercúrio, cádmio e chumbo estão incluídos em três listas internacionais de produtos químicos de preocupação prioritária (CEPA 1999, revisada em 2006; EC 2001, 2007; USEPA 2006); cromo e arsênio estão em duas delas; e zinco está em uma delas (revisado em Grillitsch & Schiesari 2010).

Da mesma forma, mercúrio, cádmio, chumbo, cromo, cobre, zinco e arsênio são considerados metais de alta relevância ecotoxicológica enquanto ferro e alumínio são considerados metais de moderada relevância ecotoxicológica (Hellawell 1986, Freedman 1995, Hedgcock 1995). O manganês, usualmente considerado de baixa toxicidade, é hoje reconhecido como um agente neurotóxico (US Department of Health and Human Services 2012).

Concluindo, o rompimento da Barragem de Fundão foi fonte inequívoca e significativa de contaminação química da calha, margens e planícies de inundação do Rio Doce, com consequente absorção e/ou ingestão e possivelmente amplificação de contaminantes em animais e plantas aquáticas e terrestres (Impacto B11). Importante notar que metais são contaminantes essencialmente eternos uma vez que elementos químicos, e que a evidente ressuspensão e remobilização dos sedimentos nos períodos de chuva continuará expondo, décadas por vir, organismos e pessoas à assinatura química do desastre de Mariana.

O rompimento da Barragem de Fundão resultou em muitas outras mudanças na qualidade da água do Rio Doce. Entre elas podem-se destacar a elevação na contaminação microbiológica (Impacto F3), possivelmente pela inundação e rompimento de fossas marginais (Impacto SE6), e a elevação na carga orgânica, a elevação nas concentrações de nitrogênio e fósforo, e a diminuição na concentração de oxigênio dissolvido (Impacto F4). Esta última combinação de mudanças possivelmente tenha resultado, ao menos em parte, da massiva mortalidade e posterior decomposição de peixes e demais organismos aquáticos. É também possível que prejuízos à fotossíntese e à difusão, e fenômenos de oxidação, tenham contribuído para a diminuição do oxigênio dissolvido em água (que, a título de comentário há de ter sido bastante mais severo do que reportado uma vez que as amostragens de qualidade de água ocorreram próximas à superfície, que é tipicamente mais bem oxigenada).

Muito embora a baixa disponibilidade de dados históricos prejudique a avaliação de impactos do rompimento da Barragem de Fundão sobre a biota, algumas considerações podem ser feitas com segurança.

As alterações físico-químicas acima reportadas (Impactos F1-F8) afetaram negativamente a biota do Rio Doce. Arraste, abrasão, soterramento, sombreamento, asfixia e contaminação são fatores documentados ou esperados e que contribuíram para a diminuição da performance individual em termos de crescimento, desenvolvimento, reprodução e sobrevivência. Tais consequências no nível individual hão de ter resultado na redução de tamanhos populacionais (Impacto B1), como por exemplo sugerido pela massiva mortalidade de peixes do Rio Doce nos dias e semanas que se seguiram ao evento. É também possível que tamanhos populacionais de aves aquáticas tenham sido reduzidos por conta de migrações forçadas em resposta à perturbação ambiental.

Por sua vez, a deposição do rejeito no canal, margens e planície de inundação do Rio Doce (Impactos F5 e F6) levou a perda e/ou degradação de habitats importantes para o forrageio, reprodução e/ou desenvolvimento de elementos da fauna e flora, tais como substratos rochosos, bancos de deposição de matéria orgânica e detrito, praias arenosas, bancos de macrófitas, vegetação associada às margens e lagoas marginais (Impactos B2 e B3).

Este mesmo conjunto de impactos físicos (Impactos F5 e F6) pode ter afetado negativamente a conectividade, para peixes, tanto dentro do Rio Doce (Impacto B4) como entre o Rio Doce e tributários através da formação de bancos de sedimento, que pode ter ocluído temporariamente a confluência de tributários.

Uma consequência necessária da redução no tamanho populacional é a alteração na composição e estrutura das comunidades biológicas (Impacto B6), incluindo sua organização em termos de teia trófica (Impacto B5). Por exemplo, é bastante provável que a emergência de insetos aquáticos tenha sido fortemente reduzida, com consequências para morcegos e aves insetívoras; da mesma forma, é certo que a mortalidade de peixes tenha tido consequências para répteis, aves e mamíferos semiaquáticos piscívoros.

O declínio da pesca, seja por conta da mortalidade de peixes, da evitação do Rio Doce e seus recursos ou por determinação legal, transferiu a atividade extrativista para a caça de aves e mamíferos como tatus e roedores de grande porte (Impacto B8) e de palmitos (Impacto B9).

Coletivamente, estas mudanças físicas, químicas e biológicas no Rio Doce tiveram importantes consequências para o meio socioeconômico.

A degradação da qualidade da água, a degradação dos habitats marginais, e alteração na dinâmica fluvial levaram a uma perda de espaço de sociabilidade e lazer, bem como a um comprometimento de esportes náuticos. O Rio Doce era tradicionalmente utilizado para convivência, piquenique, banho, pesca, natação, caiaque e canoagem, atividades claramente prejudicadas pelo rompimento da Barragem de Fundão (Impacto S1). Tal impacto pode ter levado indiretamente a um aumento da frequência e visitação sobre outras áreas de lazer, incluindo Unidades de Conservação (Impacto S8), bem como a um aumento na especulação imobiliária nas Áreas de Estudo (Impacto S11). Um aumento na frequência e visitação de Unidades de Conservação e um aumento na especulação imobiliária nas Áreas de Estudo poderiam causar a alteração ou destruição de sítios de interesse cultural, arqueológico ou turístico (Impacto S12).

O rompimento também afetou negativamente a agricultura, a pecuária, a piscicultura e a pesca tanto no curtíssimo prazo (por exemplo, por soterramento imediato; Impacto S2) quanto no médio e longo prazos (por exemplo, por soterramento e contaminação de solos e formação de crostas; Impacto S3). Outras perdas econômicas indiretas na Zona de Amortecimento resultaram do esvaziamento da área por pescadores e frequentadores (Impacto S9).

O trabalho é importante definidor de identidades e de alteridades, e isso é particularmente verdadeiro para pescadores e agricultores. Pescadores e agricultores que deixam de realizar suas atividades passam pela perda da identidade laboral (Impacto S10) que pode, por sua vez, gerar conflitos domésticos além de inúmeros problemas de saúde como depressão, alcoolismo e suicídio.

O rompimento da Barragem de Fundão teve como consequência socioeconômica a perda da mais importante fonte de abastecimento de água da região (Impacto S4), criando dependência da população do fornecimento de água engarrafada, forçando a população a deslocamentos periódicos para coleta de água em tributários, e estimulando a abertura de poços e a construção de barragens e pequenas represas em tributários. Indiretamente, então, o rompimento da Barragem de Fundão promoveu a fragmentação e segmentação de tributários, a diminuição na descarga e a formação de habitats semi-lênticos nos tributários (Impactos F12, B5).

Numa perspectiva das relações simbólicas e não-materiais das comunidades ribeirinhas com o Rio Doce, incluindo nelas sentimentos e sensações como proteção, segurança, memória, sonho, intimidade, conhecimento, felicidade e afetos, é certo que o rompimento da Barragem de Fundão causou severa perda das relações topofílicas para a população (Impacto S5).

Diversos conflitos e tensões entre moradores, e entre moradores e a Fundação Renova, decorreram indiretamente do rompimento da Barragem de Fundão (Impacto S7). Tais conflitos ocorreram em razão do não pagamento de perdas econômicas que se julga de direito aos afetados, da entrega de cartões bancários a pessoas que não necessariamente tem relação de dependência dos recursos oriundos do Rio Doce, da pouca transparência na relação com os moradores por parte da Fundação, e de um suposto favorecimento de determinados atores em detrimento de outros.



## **7 LACUNAS DE CONHECIMENTO**

### **7.1 Meio Físico**

**Hidrogeologia:** Os dados de águas subterrâneas para a área de estudo, e mesmo no médio-baixo Rio Doce, não possuem histórico e homogeneidade (dos parâmetros amostrados) suficiente para que se possa comprovar alguma alteração no comportamento do fluxo ou na qualidade das águas subterrâneas devido ao rompimento da Barragem de Fundão.

**Geomorfologia:** Não foi possível identificar visualmente, através das imagens de satélite obtidas, mudanças significativas na geomorfologia do Rio Doce e nos trechos de confluência com seus tributários, antes e após o rompimento de Fundão devido a qualidade das imagens apresentadas em mosaico e, portanto, com perda de resolução espacial, e também devido a diferença entre as datas das imagens, que se referem a períodos de chuva e seca, e que portanto não podem ser utilizadas como referencia para registros de alterações causadas pelo fluxo de rejeito de Fundão, mas sim pela dinâmica do ano hidrológico.

**Hidrossedimentologia:** Apesar de haver estações fluviométricas do CPRM/ANA na área de estudo com uma boa amostragem de dados históricos de vazão, sedimentos e descarga sólida total, existem lacunas na periodicidade dos monitoramentos que dificultam a sistematização (e muitas vezes inviabilizam o uso das amostras) dos dados coletados pelas estações. Para contornar tal situação foram utilizadas metodologias para ajustes dos dados e cálculo de tendências, tal como a chamada curva-chave de sedimentos, que é uma estimativa das descargas sólidas. Este é um dos exemplos de procedimentos comumente utilizados por pesquisadores para obter mais informações sobre a dinâmica fluvial. Assim como a curva-chave, outros procedimentos foram necessariamente aplicados pelo CPRM/ANA, MPF (2017a) e por outros relatórios técnicos, utilizados neste Diagnóstico para avaliar os impactos da onda de rejeito originada do rompimento da Barragem de Fundão, no sistema fluvial do Rio Doce onde está localizada a UC. Por isso, é importante considerar que os dados hidrossedimentológicos interpretados podem ter inconsistências embutidas devido a carência dessas amostragens e devido aos ajustes impostos para viabilização da extração das informações.

Em relação ao PMQQS (2018), os dados são importantes para retratar o comportamento da vazão e dos sedimentos no trecho do Rio Doce próximo a UC. Porém, como as coletas se iniciaram apenas em agosto de 2017 (quase dois anos depois do rompimento de Fundão), esses dados só puderam ser utilizados como complementação às séries históricas do CPRM/ANA. Lembrando que, a análise conjunta dos dados amostrados pelo PMQQS e CPRM/ANA deve sempre ser interpretada com cautela, uma vez que existem diferenças metodológicas que certamente influenciaram nos resultados.

**Qualidade da água:** A UC MONA Pico do Ibituruna possui estimadas 83 nascentes, além de brejos, represas, reservatórios e lagoas (Henriques 2009, IEF 2012, Felicori et al. 2018). Estes três documentos reportam problemas de qualidade de água, sendo que Henriques (1999) reportou que 15% das propriedades localizadas na ZA da UC lançam esgoto diretamente nos cursos d'água e Felicori et al. (2018) identificaram por meio de uma análise qualitativa superficial que 45% das nascentes estariam em condições ruins ou péssimas de preservação. Além dos impactos sobre a biota, 88% dessas propriedades usam água proveniente dos cursos d'água locais. Afora estes relatórios e resumos pontuais, não localizamos artigos na literatura científica indexados no Pico do Ibituruna.

**Pedologia:** Não foram identificados estudos suficientes sobre a concentração de metais pesados nos solos da área de estudo, antes e pós o rompimento da Barragem de Fundão. Foi feita a tentativa de se avaliar a qualidade dos solos da área de estudo a partir de trabalhos elaborados pela FEAM (2013), Souza et. al. (2015). No entanto, as informações são generalizadas para as classes de solos do estado de Minas Gerais, e por isso o valor das concentrações de metais na área de estudo exigem estudos mais específicos, com coleta de amostras in situ, especialmente nas planícies fluviais do Rio Doce e próximo aos canais tributários abrangidos pelos limites da Zona de Amortecimento da UC.

## 7.2 Meio Biótico

### Vegetação

O MONA Pico do Ibituruna não possui uma listagem de espécies da flora completa, seja antiga ou recente. Por isso, o levantamento atual das espécies teve de ser realizado extrapolando-se listas gerais de espécies coletadas na região da área de estudo.

### Mastofauna

A principal lacuna de conhecimento sobre os mamíferos do MONA Pico do Ibituruna diz respeito à persistência ou não na área, das espécies de mamíferos de médio e grande porte, que necessitam de grandes áreas para a manutenção de suas populações e sofrem grande pressão de caça. A determinação da presença destas espécies na região é importante para direcionar as estratégias de reestabelecimento da conectividade. Além disso, muitas espécies de mamíferos têm sua biologia ainda pouco conhecida, o que compromete a capacidade de estabelecer programas mais efetivos visando aumentar suas populações ou reintroduzir espécies extintas localmente ou na região. É importante ainda avaliar a importância da caça como fator de pressão sobre algumas das espécies listadas, e se esta pode ter sofrido aumento como consequência do rompimento da barragem e das mudanças resultantes sobre o modo de vida das populações humanas na área.

Persistem, como lacunas de conhecimento, as espécies de mamíferos de ocorrência na região. Levantamentos de pequenos mamíferos em estudos de longo prazo, tanto para as espécies terrestres quanto para morcegos, através de coleta e marcação/recaptura, seriam uma contribuição importante para o conhecimento da fauna da região e para estratégias de conservação. O mesmo diz respeito à ocorrência e distribuição de mamíferos de médio e grande porte, através de transectos com avistamento e busca de sinais, campanhas de monitoramento com a participação de não-cientistas (visitantes, moradores), e uso de armadilhas fotográficas. Alguns pontos importantes que poderiam ser foco destes estudos além de inventários de espécies de grandes mamíferos, pequenos mamíferos terrestres e quirópteros, são: o uso dos reservatórios e dieta de lontras (*Lontra longicaudis*) nas áreas antropizadas, o tamanho da população de guigós (*Callicebus personatus*) na região, a reintrodução do sagui-da-serra escuro e manejo das populações de mico-estrela. Ressalta-se que tais estudos não têm relação direta com o rompimento da barragem, sendo listados aqui como sugestões para o aumento do conhecimento sobre a fauna da região que levam ao fortalecimento da UC.

### Avifauna

Os dados disponíveis para a área do MONA anteriores ao rompimento da barragem são escassos e superficiais, e dados ornitológicos posteriores ao rompimento são inexistentes. A ausência de informações impede a caracterização adequada da avifauna local, dificultando a identificação dos potenciais impactos. De maneira similar, também faltam dados pretéritos ou atuais sobre a intensidade da pressão de caça e captura de aves silvestres no local.

## Herpetofauna

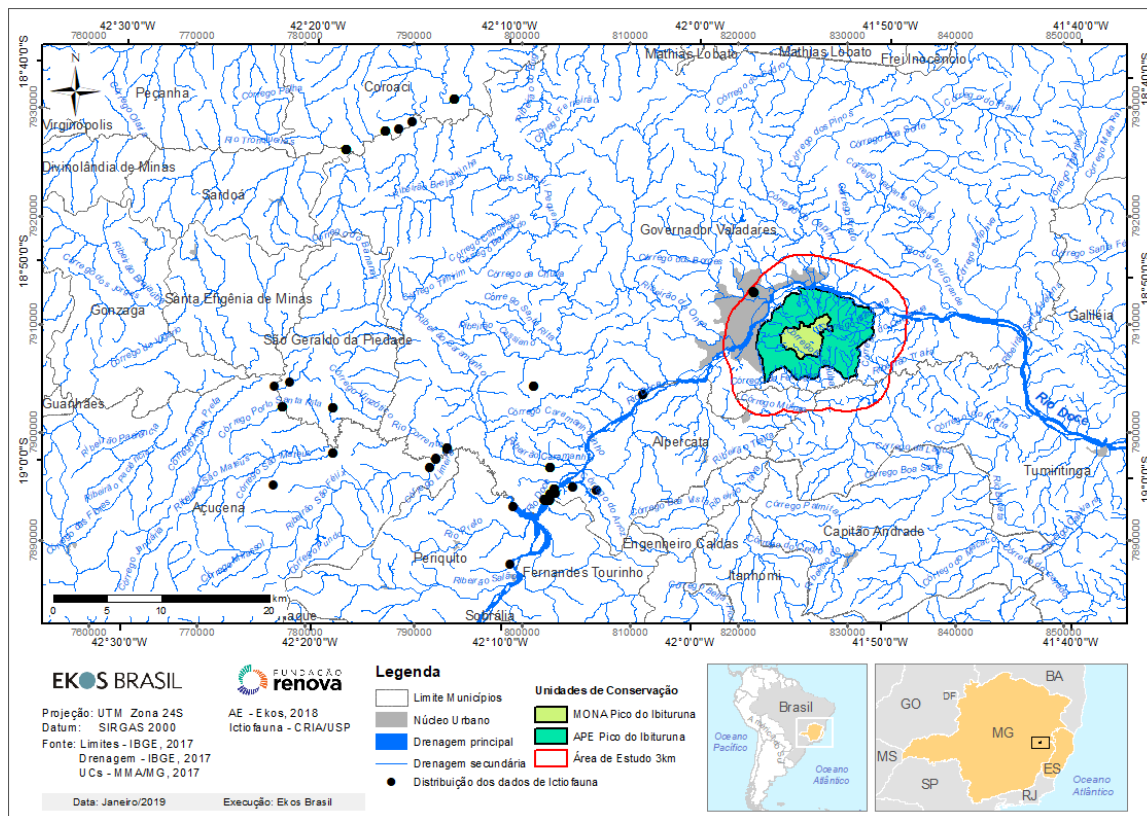
Apesar dos dados secundários permitirem a elaboração de uma lista de espécies de ocorrência potencial ou conhecida na Unidade de Conservação, o conhecimento sobre a sua herpetofauna é baseado em poucos dados obtidos dentro dos limites ou proximidades da UC. As poucas informações existentes são provenientes de estudos não publicados, realizados por estudantes de graduação e por poucos exemplares tombados na MZUFV. Esse conhecimento limitado faz com que informações acerca de parâmetros da estrutura da comunidade relacionados à abundância e distribuição espacial das espécies sejam inexistentes. A inexistência dessa informação dificulta a identificação e avaliação adequadas de impactos eventuais que se manifestem por meio de alterações em parâmetros da estrutura da comunidade relacionados à abundância e distribuição espacial das espécies na UC. Por exemplo, não se sabe em quais riachos da UC e entorno, ocorreriam populações da espécie *Hydromedusa maximiliani* considerada como Vulnerável (VU) pela IUCN e pela lista de Minas Gerais. Qual o tamanho/tendência das populações da perereca *Bokermannohyla gr. circumdata* na UC? Sua população encontra-se estável ou em declínio? *Leptodactylus aff. spixi* é mesmo uma espécie nova? Qual a distribuição e status de ameaça desse táxon na bacia do Rio Doce? As respostas para essas perguntas ainda não existem e, por esse motivo, constituem lacunas do conhecimento no que diz respeito à identificação e avaliação dos impactos do evento sobre as espécies da herpetofauna do MONA Pico do Ibituruna.

## Ictiofauna

O levantamento de dados secundários permitiu a elaboração de uma lista de espécies com potencial de ocorrência nas proximidades do APE Pico do Ibituruna. Levando em consideração que a UC não possui plano de manejo e que as informações obtidas a partir do levantamento de dados secundários não contemplam a área da UC (Mapa 19), a caracterização acurada da ictiofauna do local é comprometida, dificultando a identificação dos potenciais impactos do evento sobre a ictiofauna do local. A primeira lacuna que podemos destacar está no fato de que grande parte dos registros obtidos são provenientes de amostras tomadas na calha principal do Rio Doce, diretamente afetada pelo rompimento da barragem e que, muito provavelmente, apresenta uma ictiofauna distinta daquela encontrada nos riachos localizados dentro da UC, e que seriam mais suscetíveis a impactos relacionados às mudanças do uso do solo (desmatamento de nascentes e APPs, e represamentos por açudes, por exemplo) do que ao efeito dos impactos diretos do rompimento da barragem na calha do Rio Doce. Compreender como essas assembleias estão sendo afetadas depende de monitoramento sistemático, para entender como os parâmetros de estrutura das assembleias são afetados com o passar do tempo e identificar a ocorrência e distribuição de espécies sensíveis e/ou ameaçadas de extinção (como *Oligosarcus solitarius*). Além disso, pouco se sabe sobre a história natural, biologia reprodutiva e ciclo de vida, da maior parte das espécies contidas na listagem, o que impossibilita o apontamento de espécies sensíveis aos diversos impactos sofridos pela ictiofauna do Rio Doce. Unidades de conservação se configuram ótimos locais para o estudo dessas espécies, por

normalmente apresentarem ambientes mais integros que seu entorno, nos quais grupos taxonômicos mais exigentes costumam encontrar condições adequadas para a manutenção de populações viáveis.

Mapa 19 - Distribuição espacial das localidades utilizadas para o levantamento de dados secundários



## 7.3 Meio Socioeconômico e Cultural e de Uso Público

De maneira geral, como lacunas de conhecimento tem-se na ausência e necessidade:

- Dados sobre as duas comunidades ribeirinhas existentes no município de Governador Valadares e apontadas no Relatório da Linha-Base, Volume II (INSTITUTOS LACTEC, 2017).
- Caracterização do zoneamento (condições espaciais da área) para construção do programa de uso público da UC, de acordo com Plano de Manejo da UC, além da instauração de programas e projetos para a área (públicos e privados).

## **8 PROPOSTAS DE MEDIDAS DE RESTAURAÇÃO, REPARAÇÃO, MITIGAÇÃO E COMPENSAÇÃO**

Para cada impacto identificado e avaliado foram analisadas uma ou mais medidas de restauração, reparação, mitigação ou compensação, quando necessária. Primeiramente avaliou-se se o impacto é de possível restauração, ou seja, se existem medidas capazes de reestabelecer as condições socioambientais equivalentes ao estado anterior ao rompimento da Barragem de Fundão.

Para os impactos que foram avaliados como não passíveis de restauração foram propostas medidas de reparação ou mitigação. Tais medidas têm como objetivo a redução e atenuação dos impactos negativos através de soluções possíveis ou tecnicamente viáveis para sua remediação. De acordo com Sánchez (2013), as medidas mitigatórias têm como finalidade a redução da magnitude ou importância dos impactos adversos.

Quando não foram identificadas solução possíveis ou tecnicamente viáveis para remediação de impactos, ou seja, para os impactos que não podem ser reparados ou mitigados, foram propostas medidas para compensar o dano ambiental gerado por meio da melhoria das condições socioambientais e/ou socioeconômicas das áreas impactadas (TTAC, 2016, p. 11). De acordo com Sánchez (2013) a compensação prevê a substituição de um bem socioambiental perdido, alterado ou descaracterizado por outro bem equivalente ou que desempenhe função equivalente.

Quando os dados e informações sobre o impacto foram insuficientes para conduzir ações de reparação, mitigação e/ou compensação, apresentando algum tipo de lacuna de informações, quantitativas e/ou qualitativas, que levem a incertezas sobre o comportamento do processo mediante a interação com alguma atividade, ou sobre a efetividade da mesma para a remediação/compensação do impacto, propõem-se a continuidade e aprofundamento dos estudos, de forma complementar a estruturação das medidas propostas.

Por fim, as medidas propostas foram agrupadas em Programas de acordo com as ações a serem realizadas e áreas do conhecimento.

As medidas apresentadas foram avaliadas quanto a sua prioridade de implementação, considerando os seguintes aspectos: relação com a integridade e objetivos da UC; grau de atendimento e resolução dos impactos; relação com impactos de alta ou muito alta significância (cabe destacar que a avaliação da significância dos impactos inclui a localização do impacto); urgência e prazo de implementação da medida.



A Tabela 55 apresenta a relação dos impactos identificados e avaliados na Unidade de Conservação com as medidas e programas propostos.

Tabela 55 - Relação dos Impactos com as Medidas e Programas Propostos

Impacto Avaliado	Medida Proposta	Classificação da Medida	Projeto
(F1) Degradação da qualidade da água do Rio Doce e corpos d'água marginais: aumento na carga suspensa	Monitoramento de parâmetros quali-quantitativos das águas e dos sedimentos de rios tributários do Rio Doce e zonas de confluência na UC e ZA através das metodologias e critérios já estabelecidos pelo PMQQS.	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
	Estabilização das margens (Rio Doce e tributários) utilizando preferencialmente técnicas de bioengenharia	Reparação/ Mitigação	Requalificação sustentável dos vales e Planícies fluviais para a população
	Monitoramento dos solos da planície fluvial	Reparação/ Mitigação	Requalificação sustentável dos vales e Planícies fluviais para a população
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Reparação/ Mitigação	Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
(F2) Degradação da qualidade da água e sedimento do Rio Doce e corpos d'água marginais: contaminação por metais	Monitoramento de parâmetros quali-quantitativos das águas e dos sedimentos de rios tributários do Rio Doce e zonas de confluência na UC e ZA através das metodologias e critérios já estabelecidos pelo PMQQS.	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
(F3) Degradação da qualidade da água do Rio Doce e corpos d'água marginais: contaminação microbiológica	Expansão das atividades de abastecimento e saneamento ambiental, relativas aos Programas 31 e 32 da Fundação Renova, para a área de estudo.	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
	Monitoramento quali-quantitativo sobre o comportamento das águas subterrâneas (vazão, metais, condutividade, pH) através de coletas de água de poços e nascentes em locais estratégicos.	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
	Monitoramento de parâmetros quali-quantitativos das águas e dos sedimentos de rios tributários do Rio Doce e zonas de confluência na UC e ZA através das metodologias e critérios já estabelecidos pelo PMQQS.	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
(F4) Degradação da qualidade da água do Rio Doce e corpos d'água marginais: demais alterações físico-químicas	Expansão das atividades de abastecimento e saneamento ambiental, relativas aos Programas 31 e 32 da Fundação Renova, para a área de estudo.	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica

	Monitoramento quali-quantitativo sobre o comportamento das águas subterrâneas (vazão, metais, condutividade, pH) através de coletas de água de poços e nascentes em locais estratégicos.	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
	Monitoramento de parâmetros quali-quantitativos das águas e dos sedimentos de rios tributários do Rio Doce e zonas de confluência na UC e ZA através das metodologias e critérios já estabelecidos pelo PMQQS.	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Reparação/ Mitigação	Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
(F5) Assoreamento do leito do Rio Doce, zonas de confluência com tributários e corpos d'água marginais	Monitoramento de parâmetros quali-quantitativos das águas e dos sedimentos de rios tributários do Rio Doce e zonas de confluência na UC e ZA através das metodologias e critérios já estabelecidos pelo PMQQS.	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
	Análise de risco da condução extensiva de dragagem aos locais propícios à retenção/acúmulo de sedimentos	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
	Diagnóstico sobre a estrutura e qualidade dos solos na planície fluvial	Reparação/ Mitigação	Requalificação sustentável dos vales e Planícies fluviais para a população
	Estabilização das margens (Rio Doce e tributários) utilizando preferencialmente técnicas de bioengenharia	Reparação/ Mitigação	Requalificação sustentável dos vales e Planícies fluviais para a população
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Reparação/ Mitigação	Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
(F6) Degradação da morfologia da calha do Rio Doce, zonas de confluência com tributários e vales de corpos d'água marginais: alteração na granulometria dos sedimentos e na estrutura dos agregados	Diagnóstico sobre a estrutura e qualidade dos solos na planície fluvial	Reparação/ Mitigação	Requalificação sustentável dos vales e Planícies fluviais para a população
	Estabilização das margens (Rio Doce e tributários) utilizando preferencialmente técnicas de bioengenharia	Reparação/ Mitigação	Requalificação sustentável dos vales e Planícies fluviais para a população
	Monitoramento da estabilidade das encostas, vales e margens fluviais, assim como da regeneração natural da vegetação	Reparação/ Mitigação	Requalificação sustentável dos vales e Planícies fluviais para a população
(F7) Soterramento de planícies fluviais pela deposição de lodo de rejeito	Diagnóstico sobre a estrutura e qualidade dos solos na planície fluvial	Reparação/ Mitigação	Requalificação sustentável dos vales e Planícies fluviais para a população

	Estabilização das margens (Rio Doce e tributários) utilizando preferencialmente técnicas de bioengenharia	Reparação/ Mitigação	Requalificação sustentável dos vales e Planícies fluviais para a população
	Monitoramento da estabilidade das encostas, vales e margens fluviais, assim como da regeneração natural da vegetação	Reparação/ Mitigação	Requalificação sustentável dos vales e Planícies fluviais para a população
	Manejo e apoio no uso sustentável dos solos na planície de inundação e ilhas fluviais	Reparação/ Mitigação	Requalificação sustentável dos vales e Planícies fluviais para a população
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Reparação/ Mitigação	Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
(F8) Contaminação de planícies fluviais pela deposição de lodo de rejeito	Manejo e apoio no uso sustentável dos solos na planície de inundação e ilhas fluviais	Reparação/ Mitigação	Requalificação sustentável dos vales e Planícies fluviais para a população
(F9) Alteração na dinâmica fluvial do Rio Doce	Monitoramento de parâmetros quali-quantitativos das águas e dos sedimentos de rios tributários do Rio Doce e zonas de confluência na UC e ZA através das metodologias e critérios já estabelecidos pelo PMQQS.	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
	Análise de risco da condução extensiva de dragagem aos locais propícios à retenção/acúmulo de sedimentos	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
(F10) Alteração no regime hídrico de planícies fluviais	Estabilização das margens (Rio Doce e tributários) utilizando preferencialmente técnicas de bioengenharia	Reparação/ Mitigação	Requalificação sustentável dos vales e Planícies fluviais para a população
	Monitoramento da estabilidade das encostas, vales e margens fluviais, assim como da regeneração natural da vegetação	Reparação/ Mitigação	Requalificação sustentável dos vales e Planícies fluviais para a população
	Monitoramento dos solos da planície fluvial	Reparação/ Mitigação	Requalificação sustentável dos vales e Planícies fluviais para a população
	Manejo e apoio no uso sustentável dos solos na planície de inundação e ilhas fluviais	Reparação/ Mitigação	Requalificação sustentável dos vales e Planícies fluviais para a população
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Reparação/ Mitigação	Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
(F11) Degradação da qualidade da água e dos sedimentos de tributários ao Rio Doce	Monitoramento de parâmetros quali-quantitativos das águas e dos sedimentos de rios tributários do Rio Doce e zonas de confluência na UC e ZA através das metodologias e critérios já estabelecidos pelo PMQQS.	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica

	Instalação de sistemas de captação de água mais eficientes (cisternas, água de reuso, etc) em locais estratégicos	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Reparação/ Mitigação	Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Indicação de áreas prioritárias e implantação de conectividade entre fragmentos florestais	Reparação/ Mitigação	Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
(F12) Redução da quantidade da água dos tributários ao Rio Doce	Instalação de sistemas de captação de água mais eficientes (cisternas, água de reuso, etc) em locais estratégicos	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Reparação/ Mitigação	Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Indicação de áreas prioritárias e implantação de conectividade entre fragmentos florestais	Reparação/ Mitigação	Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
(B1) Aumento da mortalidade e redução dos tamanhos populacionais (vegetação)	Apoio (financeiro, logístico e suprimentos) ao IGAM e demais órgãos responsáveis, no controle da implantação de barramentos e incentivo a remoção das unidades existentes.	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
	Incentivo ao plantio de agrofloresta e manejo de recursos florestais	Reparação/ Mitigação	Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
(B1) Aumento da mortalidade e redução dos tamanhos populacionais (avifauna)	Apoio (financeiro, logístico e suprimentos) ao IGAM e demais órgãos responsáveis, no controle da implantação de barramentos e incentivo a remoção das unidades existentes.	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
	Incentivo ao plantio de agrofloresta e manejo de recursos florestais	Reparação/ Mitigação	Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
(B1) Aumento da mortalidade e redução dos tamanhos populacionais (herpetofauna)	Apoio (financeiro, logístico e suprimentos) ao IGAM e demais órgãos responsáveis, no controle da implantação de barramentos e incentivo a remoção das unidades existentes.	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
	Incentivo ao plantio de agrofloresta e manejo de recursos florestais	Reparação/ Mitigação	Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
(B1) Aumento da mortalidade e redução dos tamanhos populacionais (ictiofauna)	Apoio (financeiro, logístico e suprimentos) ao IGAM e demais órgãos responsáveis, no controle da implantação de barramentos e incentivo a remoção das unidades existentes.	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
	Incentivo ao plantio de agrofloresta e manejo de recursos florestais	Reparação/ Mitigação	Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Controle da introdução de espécies exóticas de peixes no Rio Doce através de programa de pesca e fiscalização	Reparação/ Mitigação	Manejo de Fauna e Vegetação
	Pesquisas para avaliar a necessidade e viabilidade de programas de reintrodução de espécies sensíveis e endêmicas de peixes	Reparação/ Mitigação	Manejo de Fauna e Vegetação

(B2) Perda de habitat através de destruição na calha do Rio Doce e áreas adjacentes (avifauna)	Análise de risco da condução extensiva de dragagem aos locais propícios à retenção/acúmulo de sedimentos	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
	Incentivo ao plantio de agrofloresta e manejo de recursos florestais	Reparação/ Mitigação	Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
(B2) Perda de habitat através de destruição na calha do Rio Doce e áreas adjacentes (icitoфаuna)	Apoio (financeiro, logístico e suprimentos) ao IGAM e demais órgãos responsáveis, no controle da implantação de barramentos e incentivo a remoção das unidades existentes.	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
	Análise de risco da condução extensiva de dragagem aos locais propícios à retenção/acúmulo de sedimentos	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
	Introdução de elementos estruturantes naturais ou artificiais para surgimento de novos habitats (peixes)	Reparação/ Mitigação	Manejo de Fauna e Vegetação
(B3) Perda de habitat por degradação na calha do Rio Doce e áreas adjacentes (avifauna)	Análise de risco da condução extensiva de dragagem aos locais propícios à retenção/acúmulo de sedimentos	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Reparação/ Mitigação	Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Incentivo ao plantio de agrofloresta e manejo de recursos florestais	Reparação/ Mitigação	Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
(B3) Perda de habitat por degradação na calha do Rio Doce e áreas adjacentes (herpetofauna)	Análise de risco da condução extensiva de dragagem aos locais propícios à retenção/acúmulo de sedimentos	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Reparação/ Mitigação	Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Incentivo ao plantio de agrofloresta e manejo de recursos florestais	Reparação/ Mitigação	Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
(B3) Perda de habitat por degradação na calha do Rio Doce e áreas adjacentes (ictioфаuna)	Apoio (financeiro, logístico e suprimentos) ao IGAM e demais órgãos responsáveis, no controle da implantação de barramentos e incentivo a remoção das unidades existentes.	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
	Análise de risco da condução extensiva de dragagem aos locais propícios à retenção/acúmulo de sedimentos	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Reparação/ Mitigação	Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Incentivo ao plantio de agrofloresta e manejo de recursos florestais	Reparação/ Mitigação	Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Introdução de elementos estruturantes naturais ou artificiais para surgimento de novos habitats (peixes)	Reparação/ Mitigação	Manejo de Fauna e Vegetação



(B4) Perda de conectividade na calha do Rio Doce e áreas adjacentes (ictiofauna)	Apoio (financeiro, logístico e suprimentos) ao IGAM e demais órgãos responsáveis, no controle da implantação de barramentos e incentivo a remoção das unidades existentes.	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
	Expansão do programa de monitoramento da ictiofauna para os tributários do Rio Doce	Reparação/ Mitigação	Manejo de Fauna e Vegetação
(B5) Alteração na cadeia trófica (avifauna)	Apoio (financeiro, logístico e suprimentos) ao IGAM e demais órgãos responsáveis, no controle da implantação de barramentos e incentivo a remoção das unidades existentes.	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Reparação/ Mitigação	Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
(B5) Alteração na cadeia trófica (herpetofauna)	Apoio (financeiro, logístico e suprimentos) ao IGAM e demais órgãos responsáveis, no controle da implantação de barramentos e incentivo a remoção das unidades existentes.	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Reparação/ Mitigação	Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Pesquisa sobre status taxonômico e distribuição de espécies de anfíbios potencialmente novas para a ciência	Reparação/ Mitigação	Manejo de Fauna e Vegetação
(B5) Alteração na cadeia trófica (ictiofauna)	Apoio (financeiro, logístico e suprimentos) ao IGAM e demais órgãos responsáveis, no controle da implantação de barramentos e incentivo a remoção das unidades existentes.	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Reparação/ Mitigação	Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Controle da introdução de espécies exóticas de peixes no Rio Doce através de programa de pesca e fiscalização	Reparação/ Mitigação	Manejo de Fauna e Vegetação
	Introdução de elementos estruturantes naturais ou artificiais para surgimento de novos habitats (peixes)	Reparação/ Mitigação	Manejo de Fauna e Vegetação
	Pesquisas para avaliar a necessidade e viabilidade de programas de reintrodução de espécies sensíveis e endêmicas de peixes	Reparação/ Mitigação	Manejo de Fauna e Vegetação
	Expansão do programa de monitoramento da ictiofauna para os tributários do Rio Doce	Reparação/ Mitigação	Manejo de Fauna e Vegetação
(B6) Alteração na composição da assembleia (ictiofauna)	Apoio (financeiro, logístico e suprimentos) ao IGAM e demais órgãos responsáveis, no controle da implantação de barramentos e incentivo a remoção das unidades existentes.	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica

	Controle da introdução de espécies exóticas de peixes no Rio Doce através de programa de pesca e fiscalização	Reparação/ Mitigação	Manejo de Fauna e Vegetação
	Pesquisas para avaliar a necessidade e viabilidade de programas de reintrodução de espécies sensíveis e endêmicas de peixes	Reparação/ Mitigação	Manejo de Fauna e Vegetação
	Expansão do programa de monitoramento da ictiofauna para os tributários do Rio Doce	Reparação/ Mitigação	Manejo de Fauna e Vegetação
(B7) Aumento na riqueza e abundância relativa de espécies introduzidas (ictiofauna)	Expansão das atividades de abastecimento e saneamento ambiental, relativas aos Programas 31 e 32 da Fundação Renova, para a área de estudo.	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
	Monitoramento de parâmetros qualitativos das águas e dos sedimentos de rios tributários do Rio Doce e zonas de confluência na UC e ZA através das metodologias e critérios já estabelecidos pelo PMQQS.	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
	Controle da introdução de espécies exóticas de peixes no Rio Doce através de programa de pesca e fiscalização	Reparação/ Mitigação	Manejo de Fauna e Vegetação
	Pesquisas para avaliar a necessidade e viabilidade de programas de reintrodução de espécies sensíveis e endêmicas de peixes	Reparação/ Mitigação	Manejo de Fauna e Vegetação
	Expansão do programa de monitoramento da ictiofauna para os tributários do Rio Doce	Reparação/ Mitigação	Manejo de Fauna e Vegetação
(B11) Contaminação e bioamplificação de contaminantes em animais e plantas	Monitoramento de parâmetros qualitativos das águas e dos sedimentos de rios tributários do Rio Doce e zonas de confluência na UC e ZA através das metodologias e critérios já estabelecidos pelo PMQQS.	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
	Pesquisa sobre status taxonômico e distribuição de espécies de anfíbios potencialmente novas para a ciência	Reparação/ Mitigação	Manejo de Fauna e Vegetação
	Expansão do programa de monitoramento da ictiofauna para os tributários do Rio Doce	Reparação/ Mitigação	Manejo de Fauna e Vegetação
(S1) Perda de espaço de sociabilidade, de lazer e comprometimento da prática de esportes náuticos	Implantação de roteiros ecoturísticos adequados a cada UC Capacitação de monitores em técnicas de interpretação ambiental e redução de impactos da visitação Educação ambiental com a comunidade	Reparação/ Mitigação	Uso Público
(S2) Desalento pela perda de produção agropecuária e/ou piscicultura em 2015	Divulgação de dados sobre contaminação e da qualidade das águas ao longo das margens do Rio Doce e ações da F. Renova Educação ambiental com a comunidade	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica Uso Público

	Manejo e apoio no uso sustentável dos solos na planície de inundação e ilhas fluviais	Reparação/ Mitigação	Requalificação sustentável dos vales e Planícies fluviais para a população
	Capacitação ao cultivo de palmito nativo	Reparação/ Mitigação	Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Indicação de áreas prioritárias e implantação de conectividade entre fragmentos florestais	Reparação/ Mitigação	Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Educação ambiental com a comunidade	Reparação/ Mitigação	Uso Público
(S3) Perda de áreas de produção agrícola, pecuária e de pesca	Divulgação de dados sobre contaminação e da qualidade das águas ao longo das margens do Rio Doce e ações da F. Renova	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
	Manejo e apoio no uso sustentável dos solos na planície de inundação e ilhas fluviais	Reparação/ Mitigação	Requalificação sustentável dos vales e Planícies fluviais para a população
	Capacitação ao cultivo de palmito nativo	Reparação/ Mitigação	Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Indicação de áreas prioritárias e implantação de conectividade entre fragmentos florestais	Reparação/ Mitigação	Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
(S4) Perda de fonte de abastecimento de água/ perda de acesso a água	Monitoramento quali-quantitativo sobre o comportamento das águas subterrâneas (vazão, metais, condutividade, pH) através de coletas de água de poços e nascentes em locais estratégicos.	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
	Instalação de sistemas de captação de água mais eficientes (cisternas, água de reuso, etc) em locais estratégicos	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Reparação/ Mitigação	Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
(S5) Perda das relações toponímicas	Manejo e apoio no uso sustentável dos solos na planície de inundação e ilhas fluviais	Reparação/ Mitigação	Requalificação sustentável dos vales e Planícies fluviais para a população
	Educação ambiental com a comunidade Implantação de roteiros ecoturísticos adequados a cada UC	Reparação/ Mitigação	Uso Público
	Capacitação ao cultivo de palmito nativo	Reparação/ Mitigação	Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Indicação de áreas prioritárias e implantação de conectividade entre fragmentos florestais	Reparação/ Mitigação	Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Incentivo ao plantio de agrofloresta e manejo de recursos florestais	Reparação/ Mitigação	Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas

(S6) Colapso no sistema de coleta de esgoto	Monitoramento quali-quantitativo sobre o comportamento das águas subterrâneas (vazão, metais, condutividade, pH) através de coletas de água de poços e nascentes em locais estratégicos.	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
	Expansão das atividades de abastecimento e saneamento ambiental, relativas aos Programas 31 e 32 da Fundação Renova, para a área de estudo.	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
(S7) Acirramento dos conflitos socioambientais	Divulgação de dados sobre contaminação e da qualidade das águas ao longo das margens do Rio Doce e ações da F. Renova	Reparação/ Mitigação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
	Educação ambiental com a comunidade	Reparação/ Mitigação	Uso Público
	Manejo e apoio no uso sustentável dos solos na planície de inundação e ilhas fluviais	Reparação/ Mitigação	Requalificação sustentável dos vales e Planícies fluviais para a população
(S9) Perdas econômicas no setor de serviços (alimentação, bebidas e hospedagem)	Curso de empreendedorismo e associativismo/cooperativismo vinculado ao uso público da UC (artesanato, gastronomia etc.)	Reparação/ Mitigação	Uso Público
(S10) Perda de identidade laboral	Manejo e apoio no uso sustentável dos solos na planície de inundação e ilhas fluviais	Reparação/ Mitigação	Requalificação sustentável dos vales e Planícies fluviais para a população
	Curso de empreendedorismo e associativismo/cooperativismo vinculado ao uso público da UC (artesanato, gastronomia, etc)	Reparação/ Mitigação	Uso Público
	Capacitação ao cultivo de palmito nativo	Reparação/ Mitigação	Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Indicação de áreas prioritárias e implantação de conectividade entre fragmentos florestais	Reparação/ Mitigação	Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
(S11) Aumento da especulação imobiliária dentro da UC	Plano de Manejo	Reparação/ Mitigação	Planejamento

## 8.1 Projeto: Melhoria da Qualidade e Quantidade da Água pela Segurança Hídrica

### Objetivos do Projeto

- Apoiar o Poder Público estadual e municipal no planejamento e execução de serviços ambientais e estruturas de saneamento adequadas ao uso sustentável das águas no território onde se insere a Unidade de Conservação e sua Zona de Amortecimento.
- Monitorar o comportamento das águas subterrâneas e superficiais, assim como a dinâmica hidrossedimentológica dos córregos da Unidade de Conservação e zonas de confluência com o Rio Doce.
- Avaliar a efetividade e viabilidade da execução de obras de dragagem para desobstrução de zonas de confluência do Rio Doce com córregos tributários localizados na Zona de Amortecimento da Unidade de Conservação.
- Promover a interação socioambiental para garantia da segurança hídrica na bacia do Rio Doce através da melhoria do abastecimento e saneamento ambiental além da divulgação de dados e informações sobre a qualidade das águas do Rio Doce.

## **Medidas do Projeto**

- Apoio (financeiro, logístico e suprimentos) ao IEF e demais órgãos responsáveis, no controle da implantação de barramentos e incentivo a remoção das unidades existentes.
- Expansão das atividades de abastecimento e saneamento ambiental, relativas aos Programas 31 e 32 da Fundação Renova, para a área de estudo.
- Instalação de sistemas de captação de água mais eficientes (cisternas, água de reuso, etc) em locais estratégicos.
- Monitoramento quali-quantitativo sobre o comportamento das águas subterrâneas (vazão, metais, condutividade, pH) através de coletas de água de poços e nascentes em locais estratégicos.
- Monitoramento de parâmetros quali-quantitativos das águas e dos sedimentos de rios tributários do Rio Doce e zonas de confluência na UC e ZA através das metodologias e critérios já estabelecidos pelo PMQQS.
- Análise de risco da condução extensiva de dragagem aos locais propícios à retenção/acúmulo de sedimentos.
- Divulgação de dados sobre contaminação e da qualidade das águas ao longo das margens do Rio Doce e ações da F. Renova.

### **8.1.1 Medida 1 - Apoio (financeiro, logístico e suprimentos) ao IGAM e demais órgãos responsáveis, no controle da implantação de barramentos e incentivo a remoção das unidades existentes.**

## **Importância da Medida**

Contribuir com eficiência de mecanismos de gestão territorial capazes de incentivar a desobstrução de córregos localizados na Zona de Amortecimento UC, e assim garantindo a manutenção do fluxo natural dos tributários do Rio Doce.



O restabelecimento deste fluxo natural permitirá não só a passagem livre da ictiofauna, mas também restaura o fluxo de energia e nutrientes ao longo do contínuo fluvial dos tributários presentes dentro da UC e sua zona de amortecimento, acelerando a recuperação da dinâmica das assembleias de peixes afetadas pelos impactos citados abaixo.

Essa medida se refere aos impactos, (B1) Aumento da mortalidade e redução dos tamanhos populacionais (ictiofauna); (B2) Perda de habitat através de destruição na calha do Rio Doce e áreas adjacentes (ictiofauna); (B3) Perda de habitat por degradação na calha do Rio Doce e áreas adjacentes (ictiofauna); (B4) Perda de conectividade na calha do Rio Doce e áreas adjacentes (ictiofauna); (B5) Alteração na cadeia trófica (ictiofauna) e, (B6) Alteração na composição da assembleia (ictiofauna).

## Objetivo da Medida

Apoiar e assessorar tecnicamente os órgãos estaduais e municipais locais no controle, fiscalização, e redução dos barramentos construídos nos córregos localizados dentro da Zona de Amortecimento da UC.

## Prioridade:

A medida tem prioridade **Média**, pois tem baixa relação com a integridade da Unidade, mitiga impactos de alta e/ou muito alta significância, e deve ser implementada em um médio prazo.

## Extensão

Na Zona de Amortecimento da UC: córregos tributários ao Rio Doce (principalmente) e de outras possíveis bacias hidrográficas locais.

## Possíveis sinergias com Programas da Fundação Renova

Programa 26 - Recuperação de Áreas de Preservação Permanente: projeto de Escalonamento de áreas prioritárias para restauração de APP e ARH (áreas de recarga hídrica).

- Objetivo: Recuperação de APPs degradadas do Rio Doce definidas como fontes de abastecimento.

Programa 27 - Recuperação de nascentes: aqui também entra o projeto de Escalonamento de áreas prioritárias para restauração de APP e ARH (áreas de recarga hídrica).

- Objetivo: Recuperação de cinco mil nascentes da Bacia Hidrográfica do Rio Doce.

## 8.1.2 Medida 2 - Expansão das atividades de abastecimento e saneamento ambiental, relativas aos Programas 31 e 32 da Fundação Renova, para a área de estudo.

### Importância da Medida

Contribuir com eficiência de mecanismos de gestão territorial capazes, de promover redução da carga de matéria orgânica e outros efluentes que possam estar sendo lançados no sistema fluvial do Rio Doce. Ao promover a expansão das atividades de saneamento ambiental, a água tratada apresentará menor carga de matéria orgânica, originada principalmente pela contaminação microbiológica derivada do esgoto doméstico, e com isso o oxigênio dissolvido estará mais disponível para as espécies da flora e fauna aquática, contribuindo com o aumento da qualidade do ambiente e o aumento dos indivíduos.

Assim, essa medida se refere aos impactos, (F3) Degradação da qualidade da água do Rio Doce e corpos d'água marginais: contaminação microbiológica; (F4) Degradação da qualidade da água do Rio Doce e corpos d'água marginais: demais alterações físico-químicas; (B7) Aumento na riqueza e abundância relativa de espécies introduzidas (ictiofauna); (S6) Colapso no sistema de coleta de esgoto.

### Objetivo da Medida

Fomentar e apoiar tecnicamente os municípios onde se insere a UC a implementação de sistemas de tratamento de água (ETAs) e esgoto (ETEs).

### Prioridade

A medida tem prioridade **Alta** pois tem relação direta com a integridade da Unidade, mitiga os impactos de alta ou muito alta significância, e deve ser implementada em um curto prazo.

### Extensão

A área abrangida pela medida deve ser a UC e sua Zona de Amortecimento. ETAs poderiam ser instaladas nas UCs, mais próximo as nascentes. ETEs poderiam ser instaladas nas ZA, em locais mais próximos da confluência dos rios tributários com o Rio Doce.

### Possíveis sinergias com Programas da Fundação Renova

Programa 31 - Coleta e tratamento de esgoto e destinação de resíduos sólidos: disponibilização de recursos financeiros para saneamento básico dos municípios impactados.

- Objetivo: Disponibilização de recursos para planos de saneamento básico, esgoto, lixões e aterros.

Programa 32 - Melhoria do sistema de abastecimento de água: implementação de ações que reduzem a dependência de abastecimento direta do Rio Doce e melhoram o tratamento de água (ETAs).

- Objetivo: Construção de sistemas alternativos de captação e melhoria das estações de água.

### **8.1.3 Medida 3 - Instalação de sistemas de captação de água mais eficientes (cisternas, água de reuso, etc) em locais estratégicos**

#### **Importância da Medida**

A importância dessa Medida está relacionada a possibilidade de suprimento de algum tipo de demanda de água dentro da UC e sua Zona de Amortecimento. Tais demandas podem ser relacionadas às necessidades mais imediatas de usos da água, tais como irrigação, limpeza, dessedentação de animais ou mesmo consumo humano, mediante um tratamento adequado, mas também poderão servir como reservas de armazenamento no caso do surgimento de necessidades emergenciais. Neste caso pode-se exemplificar a importância de alternativas de armazenamento para situações vivenciadas pela população local como no período imediatamente posterior ao desastre do rompimento da Barragem de Fundão, que teve o abastecimento de água da região prejudicado em detrimento das altas concentrações de rejeito e outros sedimentos no Rio Doce.

Portanto, a proposta tem como foco a proposição de formas alternativas de captação e armazenamento das águas pluviais dentro da UC e em sua Zona de Amortecimento. Ou seja, com o uso de técnicas relativamente simples de se instalar, que não dependam da perfuração de novos poços ou novas barragens, tais como a instalação de cisternas e sistemas de água de reuso.

Os impactos atendidos pela medida são: (F11) Degradação da qualidade da água e dos sedimentos de tributários ao Rio Doce e, (S4) Perda de fonte de abastecimento de água/ perda de acesso a água.

#### **Objetivo da Medida**

Construir e operacionalizar sistemas de captação de água mais eficientes e alternativos próximos às instalações e demandas de uso de água existentes dentro da UC e sua ZA.

#### **Prioridade**

A medida tem prioridade **Alta** pois tem relação direta com a integridade da Unidade, mitiga os impactos de alta significância e deve ser implementada em um curto prazo.

#### **Extensão**

A área abrangida pela medida deve ser a Unidade de Conservação e sua Zona de Amortecimento, próximo a instalações da UC.

#### **Possíveis sinergias com Programas da Fundação Renova**

Programa 32 - Melhoria do sistema de abastecimento de água: implementação de ações que reduzem a dependência de abastecimento direta do Rio Doce e melhoram o tratamento de água (ETAs).

- Objetivo: Construção de sistemas alternativos de captação e melhoria das estações de água.

## 8.1.4 Medida 4 - Monitoramento quali-quantitativo sobre o comportamento das águas subterrâneas (vazão, metais, condutividade, pH) através de coletas de água de poços e nascentes em locais estratégicos.

### Importância da Medida

A geração de dados quali-quantitativos sobre o comportamento das águas subterrâneas na área de estudo alinhada a estudos de órgãos oficiais (tais como CPRM, ANA) sobre a bacia do Rio Doce permitirá a construção de um banco de dados e, futuramente, o cruzamento sistemático e geração de informações sobre os aquíferos. Esses dados e informações possibilitarão estudos de tendências sobre o comportamento e qualidade dos aquíferos e das áreas de recarga, consubstanciando o planejamento e gestão do território da UC e Zona de Amortecimento, por exemplo, para administração de conflitos nos usos da água, liberação de outorgas de captação de mananciais, barramentos, irrigação e outras atividades abrangidas pela Zona de Amortecimento da UC.

Os impactos atendidos pela medida são: (F3) Degradação da qualidade da água do Rio Doce e corpos d'água marginais: contaminação microbiológica; (F4) Degradação da qualidade da água do Rio Doce e corpos d'água marginais: demais alterações físico-químicas; (S4) Perda de fonte de abastecimento de água/ perda de acesso a água, (S6) Colapso no sistema de coleta de esgoto.

### Objetivo da Medida

Caracterizar e monitorar as águas subterrâneas do território da UC e sua Zona de Amortecimento através de coletas e análises sistemáticas de parâmetros como vazão, metais, condutividade, pH, entre outros, nas nascentes e poços locais.

### Prioridade

A medida tem prioridade **Alta** pois tem relação direta com a integridade da Unidade, mitiga os impactos de alta significância e deve ser implementada em um curto prazo.

### Extensão

Nascentes e poços localizados na Unidade de Conservação e Zona de Amortecimento.

### Possíveis sinergias com Programas da Fundação Renova

Programa 26 - Recuperação de Áreas de Preservação Permanente: projeto de Escalonamento de áreas prioritárias para restauração de APP e ARH (áreas de recarga hídrica).

- Objetivo: Recuperação de APPs degradadas do Rio Doce definidas como fontes de abastecimento.

Programa 27 - Recuperação de nascentes: aqui também entra o projeto de Escalonamento de áreas prioritárias para restauração de APP e ARH (áreas de recarga hídrica).

- Objetivo: Recuperação de cinco mil nascentes da Bacia Hidrográfica do Rio Doce.

### **8.1.5 Medida 5 - Monitoramento de parâmetros quali-quantitativos das águas e dos sedimentos de rios tributários do Rio Doce e zonas de confluência na UC e ZA através das metodologias e critérios já estabelecidos pelo PMQQS**

#### **Importância da Medida**

A execução deste projeto contribuirá com o maior conhecimento sobre a dinâmica das águas e dos sedimentos no sistema fluvial local através da ampliação dos pontos de coleta e análise de parâmetros metodologicamente já estabelecidos pelo PMQQS.

Propõe-se a execução desta medida por um período de cinco anos, dividido em duas fases e sob dois recortes de abrangência espacial.

#### **Primeira fase**

A primeira fase, que durará um ano, será uma caracterização detalhada de cada tributário conectando UC e Rio Doce. Este monitoramento deve ser feito a cada dois meses, no mínimo, em múltiplos pontos de amostragem ao longo do curso d'água. Sugere-se que estes pontos incluam (i) a nascente e ao menos mais dois pontos de amostragem dentro da UC, sendo uma delas imediatamente rio acima do limite da UC (ii) ao menos 4 pontos próximos à confluência com o Rio Doce (a 0, 50, 100 e 200m de distância do Rio Doce) para avaliar o grau de interferência da qualidade da água e sedimento do Rio Doce na qualidade da água e sedimento do tributário (iii) ao menos mais 3 pontos de amostragem distribuídos ao longo da ZA. É importante que cada ponto seja georreferenciado, e caracterizado ao menos qualitativamente do ponto de vista de estrutura e uso da terra.

#### **Variáveis amostradas**

Em todos os pontos e em todas as amostragens devem ser quantificados turbidez, temperatura, pH, condutividade e oxigênio dissolvido. Outras variáveis a serem monitoradas (i) no ponto de amostragem imediatamente rio acima do limite da UC (ii) nos 4 pontos próximos à confluência com o Rio Doce (a 0, 50, 100 e 200m de distância do Rio Doce) incluem: descarga líquida, descargas sólida, Granulometria (frações de areia, argila e silte) e qualidade dos sedimentos, Sólidos Dissolvidos totais, Sólidos em suspensão totais, Sólidos totais, Alumínio dissolvido, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Cromo total, Ferro dissolvido, Magnésio total, Mercúrio total, Níquel total, Selênio total, Zinco total, Coliformes termotolerantes, Coliformes totais, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Demanda Química de Oxigênio, Ferro Total, Manganês Dissolvido, Fósforo total, Nitrato, Nitrito, Nitrogênio amoniacal total, Nitrogênio orgânico e Potássio dissolvido. Além destes, composição e estrutura de assembleias de macrozoobentos. Recomenda-se também a avaliação da estratigrafia dos sedimentos, uma vez que esta contribuirá com a identificação dos tipos e volume dos materiais que têm sido depositado no trecho do Rio Doce analisado.

#### **Segunda fase**

A segunda fase, que durará quatro anos, será uma caracterização de cada tributário conectando UC e Rio Doce, mas apenas nos pontos da amostragem de ictiofauna, quatro vezes ao ano.

Com o tempo, a sistematização dos dados coletados contribuirá para o planejamento e gestão do uso das águas na UC e sua ZA, compondo os estudos necessários ao seu Plano de Manejo.



Os impactos atendidos pela medida são: (F1) Degradação da qualidade da água do Rio Doce e corpos d'água marginais: aumento na carga suspensa; (F2) Degradação da qualidade da água e sedimento do Rio Doce e corpos d'água marginais: contaminação por metais; (F3) Degradação da qualidade da água do Rio Doce e corpos d'água marginais: contaminação microbiológica; (F4) Degradação da qualidade da água do Rio Doce e corpos d'água marginais: demais alterações físico-químicas; (F5) Assoreamento do leito do Rio Doce, zonas de confluência com tributários e corpos d'água marginais; (F9) Alteração na dinâmica fluvial do Rio Doce; (F11) Degradação da qualidade da água e dos sedimentos de tributários ao Rio Doce; (B7) Aumento na riqueza e abundância relativa de espécies introduzidas (ictiofauna) e, (B11) Contaminação e bioamplificação de contaminantes em animais e plantas.

## Objetivo da Medida

- Expandir o levantamento e análise de alguns parâmetros de qualidade e quantidade de água e sedimentos do PMQQS para rios tributários e trechos de confluência com o Rio Doce na UC e ZA.
- Conhecer e acompanhar as condições limnológicas dos rios tributários da UC e dos trechos de confluência com o Rio Doce na ZA da UC.
- Identificar tipos, qualidade e volume de sedimentos que podem ter se acumulado, ou ainda estar se acumulando, nos trechos de confluência do Rio Doce com tributários na ZA da UC, antes e após o desastre de Fundão através do monitoramento da estratigrafia dos sedimentos.

## Prioridade

A medida tem prioridade **Média**, pois tem baixa relação com a integridade da Unidade, mitiga impactos de alta e/ou muito alta significância, e deve ser implementada em um curto prazo.

## Extensão

Córregos tributários do Rio Doce e zonas de confluência localizadas dentro dos limites da Zona de Amortecimento da UC.

## Possíveis sinergias com Programas da Fundação Renova

Programa 38 - Monitoramento PMQQS da água e dos sedimentos em caráter permanente. Contempla também avaliação de riscos toxicológicos e ecotoxicológicos.

- Objetivo: Desenvolvimento de programa de monitoramento permanente de água e sedimentos.

### 8.1.6 Medida 6 - Análise de risco da condução extensiva de dragagem aos locais propícios à retenção/acúmulo de sedimentos

## Importância da Medida

Na Zona de Amortecimento da UC ocorre deposição de grande quantidade de sedimentos relacionados a processos erosivos, hidrológicos e de acumulação do sistema fluvial, mas que também estão atrelados ao potencial acúmulo de material inconsolidado originado do fluxo de rejeito da Barragem de Fundão.

A partir dos resultados do Diagnóstico, aparentemente, boa parte dos sedimentos que podem ter se depositado na área de estudo (planície, bancos de areias, ilhas fluviais, zonas de confluência de rios tributários e na própria calha do rio) em decorrência do rompimento da Barragem de Fundão, já foram transportados pelo Rio Doce. Lembrando que já se passaram pouco mais de 3 anos após o desastre, e os fluxos do Rio, intensificados nos períodos chuvosos, se encarregaram de transferir esses sedimentos, caracteristicamente leves (basicamente silte e argila) em direção a sua jusante. O fato de não se ter dados quantitativos sobre a deposição do rejeito na área de estudo também dificulta a mensuração exata das áreas atingidas. Estas foram identificadas pelos especialistas a partir da tendência de comportamento dos sedimentos nos trechos de baixa energia e que funcionam como “armadilhas de sedimentos”, e também por relatos da população entrevistada, que indicou os locais onde o material se acumulou durante a passagem da onda de rejeito, e até o final da primeira estação chuvosa (2015/2016). Assim, não foi possível delimitar manchas deposicionais ou mesmo o volume dos sedimentos lamosos acumulados, que se originaram do desastre, e por isso, sem o aprofundamento de tais informações, não se pode avaliar a efetividade da técnica de dragagem ou mesmo a quantidade de sedimentos que precisariam ser dragados. Obras de dragagem executadas sem a avaliação dos riscos de sua condução em sistemas fluviais podem desencadear novos impactos na morfologia dos canais: com o aprofundamento da calha, o rio buscará por um novo nível de base, intensificando o fluxo no trecho e intensificando processos de produção e transporte de sedimentos que atuarão em dois sentidos: (i) no sentido encosta-canal, modificando a seção transversal do rio, e (ii) no sentido montante-jusante, a partir de processo erosivos remontantes na calha. Esses efeitos, além de alterar a morfologia e dinâmica fluvial, elevam a carga de sedimentos na coluna d'água, trazendo outras consequências para a qualidade da água (elevação da turbidez, redução de luminosidade e oxigênio dissolvido na água, etc).

Feitas tais considerações pondera-se que não se deve descartar a possibilidade da dragagem subsidiar a requalificação dos trechos fluviais assoreados, como zonas de confluência dos córregos tributários com o Rio Doce por exemplo. Porém a real necessidade e viabilidade de sua aplicação depende da prévia avaliação dessa atividade para os locais da Zona de Amortecimento da Unidade de Conservação indicados como trechos potenciais para a retenção dos sedimentos e, portanto, também do rejeito.

Assim, a análise do risco de condução de dragagem é recomendada como uma demanda necessária para suprir lacunas de informações sobre a dinâmica dos sedimentos no trecho do Rio Doce e zonas de confluência na Zona de Amortecimento da UC, de forma que, a partir do aprofundamento deste estudo seja possível avaliar a possibilidade de implementação dessa técnica na área de estudo.

Os impactos atendidos pela medida são: (F5) Assoreamento do leito do Rio Doce, zonas de confluência com tributários e corpos d'água marginais; (F9) Alteração na dinâmica fluvial do Rio Doce; (B2) Perda de habitat através de destruição na calha do Rio Doce e áreas adjacentes (avifauna, ictiofauna); (B3) Perda de habitat por degradação na calha do Rio Doce e áreas adjacentes (avifauna, herpetofauna, ictiofauna).

## **Objetivo da Medida**

Analisar a efetividade, viabilidade de execução, e os riscos (para a dinâmica fluvial, comunidades ecológicas, e população) da operação de obras de dragagem no trecho do Rio Doce e zonas de confluência com tributários dentro da Zona de Amortecimento da Unidade de Conservação potencialmente atingidos pelo fluxo de rejeito originado do rompimento de Fundão.

## Prioridade

A medida tem prioridade **Baixa**, pois tem baixa relação com a integridade da Unidade, não mitiga impactos de alta significância, e deve ser implementada em médio prazo.

## Extensão

Os trechos, a priori, indicados para se realizar tal medida estão localizados na Zona de Amortecimento da Unidade de Conservação. São os vales e ilhas fluviais do Rio Doce e zonas de confluência com córregos tributários abarcados pelos limites da ZA.

## Possíveis sinergias com Programas da Fundação Renova

Programa 23 - Manejo de rejeito.

- Objetivo: Avaliação de impacto dos rejeitos, recuperação das áreas e tratamento dos sedimentos.

### 8.1.7 Medida 7- Divulgação de dados sobre contaminação e da qualidade das águas ao longo das margens do Rio Doce e ações da F. Renova.

## Importância da Medida

A comunicação mais efetiva tende a resultar na diminuição dos conflitos e tensões decorrentes dos impactos e possibilitar engajamento da população do entorno e do interior da UC no processo de recuperação da área. Ao promover o maior acesso às informações e transparência nas metodologias que vêm sendo adotadas para descontaminação do rio Doce, fomenta-se a participação e inclusão da comunidade atingida no processo de requalificação e reterritorialização dos espaços na bacia que historicamente os pertencia.

Os impactos atendidos pela medida são: (S2) Desalento pela perda de produção agropecuária e/ou piscicultura em 2015; (S3) Perda de áreas de produção agrícola, pecuária e de pesca e, (S7) Acirramento dos conflitos socioambientais.

## Objetivo da Medida

Dotar a comunidade de informações acerca da qualidade da água e de demais ações da Fundação Renova.

## Prioridade

A medida tem prioridade **Média**, pois tem baixa relação com a integridade da Unidade, mitiga impactos de alta significância, e deve ser implementada em curto prazo.

## Extensão

Interior da UC e Zona de Amortecimento das UCs.

## **Possíveis sinergias com Programas da Fundação Renova**

Programa 33 – Educação para Revitalização das Bacia do Rio Doce

- Objetivo: O programa contempla a implementação de medidas de educação ambiental em parceria com as prefeituras dos municípios atingidos pelo rompimento da Barragem de Fundão.

## **8.2 Projeto de Requalificação sustentável dos vales e planícies fluviais para a população**

### **Objetivos do Projeto**

- Avaliar as características e comportamento dos solos nas planícies fluviais do trecho do Rio Doce localizado na Zona de Amortecimento da Unidade de Conservação identificando possíveis tendências a contaminação por metais pesados.
- Promover e monitorar a estabilização das margens fluviais de trechos do Rio Doce e dos córregos tributários que drenam a Unidade de Conservação e sua Zona de Amortecimento.
- Contribuir com o uso sustentável dos solos dos vales e planícies fluviais.

### **Medidas do Projeto**

- Diagnóstico sobre a estrutura e qualidade dos solos na planície fluvial.
- Monitoramento dos solos da planície fluvial.
- Estabilização das margens (Rio Doce e tributários) utilizando preferencialmente técnicas de bioengenharia.
- Monitoramento da estabilidade das encostas, vales e margens fluviais, assim como da regeneração natural da vegetação.
- Manejo e apoio no uso sustentável dos solos na planície de inundação e ilhas fluviais.

### **8.2.1 Medida 1 - Diagnóstico sobre a estrutura e qualidade dos solos na planície fluvial**

#### **Importância da Medida**

Esta é uma medida proposta a partir da identificação de lacunas de conhecimento sobre os sistemas pedológicos da área de estudo. Com exceção de trabalhos em pequena escala cartográfica, que estabelecem características gerais para grandes áreas territoriais, pouco se sabe sobre a qualidade dos solos da UC e sua Zona de Amortecimento. Contudo, é de suma importância que sejam realizadas análises atuais para identificação das condições estruturais (porosidade, textura, agregados), químicas e biológicas locais desses solos, principalmente nas planícies fluviais localizadas na Zona de Amortecimento da UC. Estas são áreas

periodicamente inundadas pelo extravasamento do Rio Doce e, portanto, podem ter sido contaminadas pela deposição de rejeito ou metais pesados revolidos pela força da onda de lama gerada pelo rompimento da Barragem de Fundão.

Os impactos atendidos pela medida são: (F5) Assoreamento do leito do Rio Doce, zonas de confluência com tributários e corpos d'água marginais; (F6) Degradação da morfologia da calha do Rio Doce, zonas de confluência com tributários e vales de corpos d'água marginais: alteração na granulometria dos sedimentos e na estrutura dos agregados e, (F7) Soterramento de planícies fluviais pela deposição de lodo de rejeito.

## Objetivo da Medida

Caracterizar as atuais condições pedológicas das planícies fluviais do Rio Doce no trecho que compreende a Zona de Amortecimento da UC, a partir da identificação de aspectos estruturais (porosidade, textura, agregados) e qualitativos (concentração de nutrientes e metais) dos solos dessas áreas, tendo em vista a avaliação de fragilidades e potencialidades de usos sustentáveis para o território.

## Prioridade

A medida tem prioridade **Média**, pois tem baixa relação com a integridade da Unidade, não mitiga impactos de alta significância, e deve ser implementada em curto prazo.

## Extensão

Esta medida deve ser aplicada na planície fluvial do Rio Doce compreendida pelos limites da Zona de Amortecimento da Unidade de Conservação.

## Possíveis sinergias com Programas da Fundação Renova

Programa 23 - Manejo de rejeito.

- Objetivo: Avaliação de impacto dos rejeitos, recuperação das áreas e tratamento dos sedimentos.

Programa 38 - Monitoramento PMQQS da água e dos sedimentos em caráter permanente. Contempla também avaliação de riscos toxicológicos e ecotoxicológicos.

- Objetivo: Desenvolvimento de programa de monitoramento permanente de água e sedimentos.

### 8.2.2 Medida 2 - Monitoramento dos solos da planície fluvial

## Importância da Medida



Esta é uma medida que deve ser desenvolvida em decorrência do diagnóstico dos solos nas planícies fluviais, complementando lacunas de informações sobre sua qualidade e comportamento na planície fluvial na Zona de Amortecimento da UC.

O monitoramento dos solos na planície tem como prerrogativa atender ao anseio da população local, que durante a expedição de campo se mostrou preocupada com a possível contaminação dos solos e comprometimento de sua produtividade. Para execução desta medida aconselha-se que, de acordo com a extensão da planície (sentido longitudinal e transversal ao canal do Rio Doce), sejam selecionados pontos de coleta sistemáticos, em topossequência, identificando características pedológicas locais e a variação das concentrações de metais, por exemplo, ao longo do perfil.

Com o tempo, será gerado um banco de dados de qualidade dos solos, que aliado a estudos sobre o regime hidrológico local, poderá responder se os solos das planícies podem ainda sofrer algum tipo de contaminação oriunda do rejeito da Barragem de Fundão ou pelo material revolvido do fundo da calha pela força da onda de rejeito. O monitoramento dos solos pode ser realizado a cada trimestre, pelo período de um ano. Assim, será possível comparar o comportamento dos solos ao longo das estações chuvosas e de estiagem.

Os impactos atendidos pela medida são: (F1) Degradação da qualidade da água do Rio Doce e corpos d'água marginais: aumento na carga suspensa e, (F10) Alteração no regime hídrico de planícies fluviais.

## Objetivo da Medida

Identificar possíveis mudanças na qualidade dos solos e tendências das condições pedológicas das planícies fluviais na Zona de Amortecimento da UC, através de levantamentos e análises sistemáticas de parâmetros físico, químicos e biológicos.

## Prioridade

A medida tem prioridade **Média**, pois tem baixa relação com a integridade da Unidade, mitiga impactos de alta significância, e deve ser implementada em curto prazo.

## Extensão

Esta medida deve ser aplicada na planície fluvial do Rio Doce compreendida pelos limites da Zona de Amortecimento da Unidade de Conservação.

## Possíveis sinergias com Programas da Fundação Renova

Programa 23 - Manejo de rejeito.

- Objetivo: Avaliação de impacto dos rejeitos, recuperação das áreas e tratamento dos sedimentos.

Programa 38 - Monitoramento PMQQS da água e dos sedimentos em caráter permanente. Contempla também avaliação de riscos toxicológicos e ecotoxicológicos.

- Objetivo: Desenvolvimento de programa de monitoramento permanente de água e sedimentos.

## 8.2.3 Medida 3 - Estabilização das margens (Rio Doce e tributários) utilizando preferencialmente técnicas de bioengenharia

### Importância da Medida

A implementação desta medida atua tanto na contenção quanto na prevenção de processos erosivos e de solapamento das margens e vales fluviais. Reduzindo a produção de sedimentos, que são transportados pelos fluxos pluviais e fluviais e depositados a jusante, a tendência é que também se reduza as concentrações de sólidos (suspensos ou de fundo) na água, contribuindo com outros parâmetros de qualidade para manutenção da ecologia dos sistemas aquáticos.

A importância de se optar pelas técnicas de bioengenharia ocorre por estas utilizarem materiais naturais, vivos (vegetação, sementes) ou inertes (rochas, palhas, folhas, troncos), o que corrobora com a sua integração ao ambiente e possibilita uma regeneração mais rápida e efetiva da mata ciliar.

Os impactos atendidos pela medida são: (F1) Degradação da qualidade da água do Rio Doce e corpos d'água marginais: aumento na carga suspensa; (F5) Assoreamento do leito do Rio Doce, zonas de confluência com tributários e corpos d'água marginais; (F6) Degradação da morfologia da calha do Rio Doce, zonas de confluência com tributários e vales de corpos d'água marginais: alteração na granulometria dos sedimentos e na estrutura dos agregados; (F7) Soterramento de planícies fluviais pela deposição de lodo de rejeito e, (F10) Alteração no regime hídrico de planícies fluviais.

### Objetivo da Medida

Implementar técnicas de estabilização das margens fluviais nos vales do Rio Doce, tributários e zonas de confluência localizados na Zona de Amortecimento da UC, utilizando preferencialmente técnicas de bioengenharia atreladas a espécies da vegetação nativa.

### Prioridade

A medida tem prioridade **Média**, pois tem baixa relação com a integridade da Unidade, mitiga impactos de alta significância, e deve ser implementada em curto prazo.

### Extensão

Margens do Rio Doce, vales de córregos tributários e zonas de confluência desses córregos com o Rio Doce localizadas dentro da Zona de Amortecimento da UC.

### Possíveis sinergias com Programas da Fundação Renova

Programa 26 - Recuperação de Áreas de Preservação Permanente: projeto de Escalonamento de áreas prioritárias para restauração de APP e ARH (áreas de recarga hídrica).

- Objetivo: Recuperação de APPs degradadas do Rio Doce definidas como fontes de abastecimento.

Programa 27 - Recuperação de nascentes: aqui também entra o projeto de Escalonamento de áreas prioritárias para restauração de APP e ARH (áreas de recarga hídrica).

- Objetivo: Recuperação de cinco mil nascentes da Bacia Hidrográfica do Rio Doce.

#### **8.2.4 Medida 4 - Monitoramento da estabilidade das encostas, vales e margens fluviais, assim como da regeneração natural da vegetação**

##### **Importância da Medida**

Esta ação deve ser desenvolvida em decorrência da execução da medida de "estabilização das margens", e contribui para o acompanhamento dos processos erosivos e hidrológicos e sua evolução no sistema na medida em que efetua o gerenciamento da incorporação das técnicas de bioengenharia implementadas (com a medida de estabilização das margens) no ambiente. Os resultados dessa medida são de médio a longo prazo.

Os impactos atendidos pela medida são: (F6) Degradação da morfologia da calha do Rio Doce, zonas de confluência com tributários e vales de corpos d'água marginais: alteração na granulometria dos sedimentos e na estrutura dos agregados; (F7) Soterramento de planícies fluviais pela deposição de lodo de rejeito e, (F10) Alteração no regime hídrico de planícies fluviais.

##### **Objetivo da Medida**

Gerenciar e avaliar a integração das medidas de estabilização das margens do Rio Doce e tributários, implementadas nos trechos fluviais localizados na Zona de Amortecimento da UC, ao sistema físico-ambiental local.

##### **Prioridade**

A medida tem prioridade **Média**, pois tem baixa relação com a integridade da Unidade, não mitiga impactos de alta significância, e deve ser implementada em curto prazo.

##### **Extensão**

Margens do Rio Doce, vales de córregos tributários e zonas de confluência desses córregos com o Rio Doce localizadas dentro da Zona de Amortecimento da UC.

##### **Possíveis sinergias com Programas da Fundação Renova**

Programa 26 - Recuperação de Áreas de Preservação Permanente: projeto de Escalonamento de áreas prioritárias para restauração de APP e ARH (áreas de recarga hídrica).

- Objetivo: Recuperação de APPs degradadas do Rio Doce definidas como fontes de abastecimento.

Programa 27 - Recuperação de nascentes: aqui também entra o projeto de Escalonamento de áreas prioritárias para restauração de APP e ARH (áreas de recarga hídrica).

- Objetivo: Recuperação de cinco mil nascentes da Bacia Hidrográfica do Rio Doce.

### **8.2.5 Medida 5 - Manejo e apoio no uso sustentável dos solos na planície de inundação e ilhas fluviais**

#### **Importância da Medida**

É considerada uma medida adequada para a reparação/mitigação dos impactos em razão da forte expressão do uso da terra para a atividade agrícola e pecuária. Esta atividade pode ser desenvolvida em parceria com instituições que atuem no local ou na região, e que já tenham conhecimento sobre as necessidades de pequenos produtores rurais, aptidões e fragilidades dos solos, assim como incentivar a captação de renda para a região. Sugere-se, por exemplo, contatos com a EMATER, EMBRAPA, Institutos de Educação e Universidades, os quais, em geral, possuem projetos já estruturados que podem ser aplicados na área de estudo tendo em vista o manejo e a sustentabilidade dos solos.

A medida de manejo e apoio ao uso sustentável dos solos pretende alinhar a requalificação do meio físico com retornos diretos para a comunidade local. Um exemplo é o desenvolvimento de oficinas que incentivem a produção e aplicação de técnicas de bioengenharia, a partir de materiais produzidos no local pela população e que podem ser utilizadas para requalificação ambiental e, mais adiante, geração de renda. O Projeto Borassus, desenvolvido pelo laboratório LAGESOLOS da UFRJ/RJ, o qual incentiva a produção de biotêxtil a partir da fibra de plantas cultivadas pela população local para recuperar áreas erodidas. O trabalho já foi desenvolvido no Maranhão, Rio de Janeiro e São Paulo.

Os impactos relacionados a medida são: (F7) Soterramento de planícies fluviais pela deposição de lodo de rejeito; (F8) Contaminação de planícies fluviais pela deposição de lodo de rejeito; (F10) Alteração no regime hídrico de planícies fluviais; (S2) Desalento pela perda de produção agropecuária e/ou piscicultura em 2015; (S3) Perda de áreas de produção agrícola, pecuária e de pesca; (S5) Perda das relações toponímicas; (S7) Acirramento dos conflitos socioambientais e, (S10) Perda de identidade laboral.

#### **Objetivo da Medida**

Contribuir para a recuperação dos solos na Zona de Amortecimento da Unidade de Conservação.

#### **Prioridade:**

Considerando como critérios de avaliação a significância e quantidade dos impactos que a medida poderia mitigar a partir do enquadramento entre muito alta (acima de 9 impactos), alta (de 6 a 9), média (de 3 a 5) e baixa (até 2 impactos), esta Medida se classifica como prioridade **MÉDIA**: Quantidade de impactos 8 (alta). Significância dos impactos: 1 alta, 3 média, 3 baixa.

#### **Extensão**

Zona de Amortecimento das UCs (planícies de inundação e ilhas fluviais).

#### **Possíveis sinergias com Programas da Fundação Renova**

Programa 17 - Retomada das Atividades Agropecuárias:

- Objetivo: Desenvolvimento e execução de programa para o apoio aos agropecuários. Mais especificamente aos Projetos:
  - Projeto de Reparação e Adequação de Infraestrutura Rural
  - Projeto de Agregação de Valor e Comercialização
  - Processo de Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária
  - Processo de Gestão e Monitoramento

## 8.3 Projeto de Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas

### Objetivos do Projeto

A vegetação do MONA Pico do Ibituruna vem sendo suprimida e degradada há muitos anos pela ocupação humana, pastagens e plantios, desde as margens do Rio Doce até o Pico. O Mapa 16 - Uso e ocupação do solo da área de estudo MONA Pico de Ibituruna e entorno - mostra a existência de poucos remanescentes florestais e, inversamente, uma grande área com feições de pastagem. Na Tabela 16 - Tipologia de uso da terra tem-se o percentual de cada tipo: a vegetação arbórea compõe 8,22% do território e a vegetação campestre/pastagem abarca quase 73% do território. Considerando a importância do MONA na produção de água e da APE em sua ZA, que tem a finalidade de preservar os mananciais e o patrimônio histórico e paisagístico da área, tem-se que a recuperação e conectividade de florestas é fundamental para a produção de água. Aponta-se a necessidade de recompor a cobertura vegetal para que tanto os elementos físicos que compõem as margens do rio e a qualidade de sua água como os elementos bióticos retornem gradativamente à área. Assim, tanto as perdas biológicas, de acesso e qualidade de água e perdas sociais (abastecimento e relações humanas com o rio) poderão ser mitigadas.

### Medidas do Projeto

- Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara.
- Capacitação ao cultivo de palmito nativo.
- Indicação de áreas prioritárias e implantação de conectividade entre fragmentos florestais.
- Incentivo ao plantio de agrofloresta e manejo de recursos florestais.

### 8.3.1 Medida 1 Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara

#### Importância da Medida

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) são espaços territoriais especialmente protegidos que têm a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. O Código



Florestal ([Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012](#)) define as APPs e as restrições de seu uso, estabelecendo que intervenção ou a supressão de vegetação nativa em APP somente ocorrerá em caso de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental.

As APPs têm significativa importância para a garantia da quantidade e qualidade dos recursos hídricos. A recuperação de APPs é de fundamental importância para a produção de água no interior da UC, como também para o fortalecimento da zona de amortecimento e para a diminuição da degradação das águas do Rio Doce e melhoria de sua quantidade e qualidade.

Na perspectiva da proteção da biodiversidade, haverá a utilização de plantas nativas nesse projeto, com destaque para o palmito juçara (*Euterpe edulis* Mart.). Por se tratar de espécie-chave da Mata Atlântica, servirá como fonte de recursos alimentares para animais (aves e mamíferos) que dispersam as sementes desta e de outras plantas nativas através e entre os fragmentos florestais, aumentando a diversidade local.

Os peixes de riachos da região Neotropical apresentam alta dependência da vegetação ripária para alimentação abrigo e reprodução (Henderson & Walker, 1986; Lowe-McConnell, 1987; Agostinho & Júlio Jr., 1999). Faixas ripárias íntegras promovem retenção de sedimentos, reduzindo o processo de assoreamento e a consequente perda de habitat; estabilidade de fluxo e de margens; regulação da temperatura e da produtividade primária; manutenção da estrutura e complexidade interna dos riachos, através do input de folhas, troncos, galhos e raízes; e recursos alimentares (Pusey & Arthington 2003; Ferreira et al. 2012; Zeni & Casatti 2014).

Trata-se de uma medida bastante abrangente que, além de mitigar 10 impactos identificados pelos grupos de estudo dos três meios (físico, biótico e socioeconômico), ainda tem o potencial de recuperar características e qualidade ambiental há muito perdidas, por conta do histórico de degradação local.

Essa medida se refere aos impactos: (F1) Degradação da qualidade da água do Rio Doce e corpos d'água marginais: aumento na carga suspensa; (F4) Degradação da qualidade da água do Rio Doce e corpos d'água marginais: demais alterações físico-químicas; (F5) Assoreamento do leito do Rio Doce, zonas de confluência com tributários e corpos d'água marginais; (F7) Soterramento de planícies fluviais pela deposição de lodo de rejeito; (F10) Alteração no regime hídrico de planícies fluviais; (F11) Degradação da qualidade da água e dos sedimentos de tributários ao Rio Doce; (F12) Redução da quantidade da água dos tributários ao Rio Doce; (B3) Perda de habitat por degradação na calha do Rio Doce e áreas adjacentes (avifauna, herpetofauna e ictiofauna); (B5) Alteração na cadeia trófica (avifauna, herpetofauna, ictiofauna); (S4) Perda de fonte de abastecimento de água/ perda de acesso a água.

## Objetivo da Medida

Recuperar áreas de preservação permanente (APPs), incluindo nascentes que se encontram degradadas a fim de aumentar a quantidade, melhorar a qualidade da água dos afluentes do Rio Doce e recuperar a biodiversidade local.

## Prioridade

Esta medida possui **alta prioridade**, pois atenderá a mais de três impactos com importância alta, com necessidade de implementação imediata e a curto prazo.

## Extensão

O plano será aplicado na UC e na sua ZA.

## **Possíveis sinergias com Programas da Fundação Renova**

Programa: 26 – Recuperação de APPs

- Recuperar 40.000 hectares de Áreas de Preservação Permanente (APPs) degradadas na Bacia do Rio Doce. Desta área, 10.000 hectares deverão ser executados por meio de reflorestamento e 30.000 hectares deverão ser executados por meio de regeneração.

Programa: 27 – Recuperação de Nascentes

- Recuperar cinco mil nascentes, sendo 500 por ano.

## **8.3.2 Medida 2 Capacitação ao cultivo de palmito nativo**

### **Importância da Medida**

Essa medida busca envolver a comunidade moradora da UC e em sua ZA em atividade de recuperação dos estoques de palmito juçara, espécie-chave da Mata Atlântica, importante fonte de alimento de grande número de aves e mamíferos. A oportunidade de incluir os moradores no processo de produção do palmito pode contribuir para o aumento do estoque natural e possibilitar alternativa de trabalho e de renda para aqueles que sofreram perdas de produção decorrentes da passagem da lama de sedimentos.

A medida se refere aos impactos: (S2) Desalento pela perda de produção agropecuária e/ou piscicultura em 2015; (S3) Perda de áreas de produção agrícola, pecuária e de pesca; (S5) Perda das relações topofílicas; (S10) Perda de identidade laboral.

### **Objetivo da Medida**

Envolver a comunidade da UC e da zona de amortecimento na recuperação dos estoques de palmito juçara a região e aumentar o banco de sementes dessa espécie com incremento de sua variabilidade genética.

### **Prioridade**

Considerando que a medida atende a quatro impactos, um de alta significância e três de média e que seus resultados podem interferir diretamente na melhoria da qualidade ambiental da UC, ela será tem-se como de **média prioridade**. Ela deve ser implementada de forma urgente e a médio prazo.

### **Extensão**

Interior do MONA e sua zona de amortecimento

## **Possíveis sinergias com Programas da Fundação Renova**

Programa: 17 – Retomada das atividades agropecuárias

- Reparação e Adequação de Infraestrutura Rural; Projeto de Agregação de Valor e Comercialização; Processo de Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária; Processo de Gestão e Monitoramento.

Programa: 26 – Recuperação de APPs

- Recuperar 40.000 hectares de Áreas de Preservação Permanente (APPs) degradadas na Bacia do Rio Doce. Desta área, 10.000 hectares deverão ser executados por meio de reflorestamento e 30.000 hectares deverão ser executados por meio de regeneração.

Programa: 27 – Recuperação de Nascentes

- Recuperar cinco mil nascentes, sendo 500 por ano.

## **8.3.3 Medida 3 Incentivo ao plantio de agrofloresta e manejo de recursos florestais**

### **Importância da Medida**

Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) são cultivos que combinam a lavoura, horta e/ou roça com introdução de espécies de arbustos e árvores de ciclo curto e longo de forma planejada. Objetiva-se que as culturas exóticas anuais sejam substituídas, paulatinamente, por floresta com rendimento econômico. Dentre outras características, os SAFs auxiliam na conservação ambiental, na melhoria do solo e da água, e na conservação da fauna (SÃO PAULO, 2007).

Essa medida se refere aos impactos: (F11) Degradação da qualidade da água e dos sedimentos de tributários ao Rio Doce; (F12) Redução da quantidade da água dos tributários ao Rio Doce; (S2) Desalento pela perda de produção agropecuária e/ou piscicultura em 2015; (S3) Perda de áreas de produção agrícola, pecuária e de pesca; (S5) Perda das relações toponímicas; (S10) Perda de identidade laboral. Sua importância está em melhorar as condições ambientais de produção no interior e no entorno da UC, envolvendo produtores e trabalhadores, recuperando a auto-estima e fortalecendo os vínculos com a terra e com o trabalho.

### **Objetivo da Medida**

Incentivar a conversão de pastagens e monoculturas da UC e de sua ZA em Sistemas Agroflorestais, de modo a melhorar a qualidade ambiental e o envolvimento da comunidade local nos esforços pela proteção da UC.

## **Prioridade**

Considerando que a medida atende a quatro impactos, um de alta significância e três de média e que seus resultados podem interferir diretamente na melhoria da qualidade ambiental da UC, com sua implementação urgente e a médio prazo, tem-se como **média prioridade**.

## **Extensão**

Interior do MONA e sua zona de amortecimento

## **Possíveis sinergias com Programas da Fundação Renova**

Programa: 17 – Retomada das atividades agropecuárias

- Reparação e Adequação de Infraestrutura Rural; Projeto de Agregação de Valor e Comercialização; Processo de Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária; Processo de Gestão e Monitoramento.

Programa: 26 – Recuperação de APPs

- Recuperar 40.000 hectares de Áreas de Preservação Permanente (APPs) degradadas na Bacia do Rio Doce. Desta área, 10.000 hectares deverão ser executados por meio de reflorestamento e 30.000 hectares deverão ser executados por meio de regeneração.

Programa: 27 – Recuperação de Nascentes

- Recuperar cinco mil nascentes, sendo 500 por ano.

## **8.3.4 Medida 4 Indicação de áreas prioritárias e implantação de conectividade entre fragmentos florestais**

### **Importância da Medida**

Essa medida se refere aos impactos: (B1) Aumento da mortalidade e redução dos tamanhos populacionais (macrófitas, avifauna, herpetofauna e ictiofauna); (B2) Perda de habitat através de destruição na calha do Rio Doce e áreas adjacentes (avifauna); (B3) Perda de habitat por degradação na calha do Rio Doce e áreas adjacentes (avifauna, herpetofauna e ictiofauna); (B5) Alteração na cadeia trófica (avifauna, herpetofauna, ictiofauna); (S5) Perda das relações topofílicas.

Um modelo de conservação bastante defendido no meio científico, é o modelo de unidades de conservação conectado por corredores ecológicos, os quais formam uma rede de habitats que possibilitam a conexão genética das populações e aumento da biodiversidade. Populações de fragmentos isolados possuem menor probabilidade de sobrevivência do que populações de fragmentos conectados entre si, principalmente ao se considerar a sobrevivência a longo prazo (LEFKOVITCH & FAHRIG, 1985).

## Objetivo da Medida

Indicar áreas prioritárias para reflorestamento e locais para que se restabeleça a conectividade entre fragmentos florestais ao redor da UC.

## Prioridade

Esta medida possui **Alta prioridade**, pois atende a sete impactos, dentre os quais quatro com alta significância. Deve ser implementada a curto prazo e de forma imediata a fim de mitigar tais impactos.

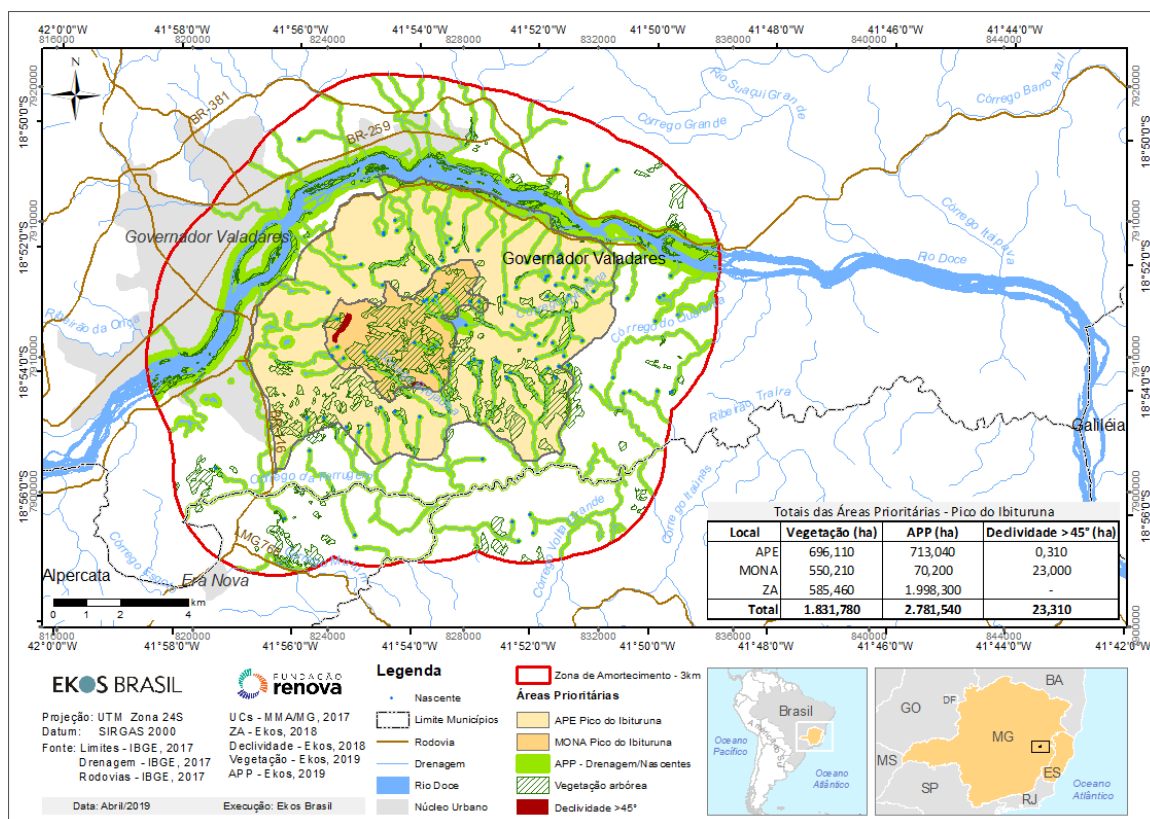
## Extensão

Interior do MONA e sua zona de amortecimento (ZA), além do levantamento realizado e mapeado como “Áreas Prioritárias”, segundo pode ser visualizado no Mapa 20.

São sugeridas como áreas prioritárias as Áreas de Preservação Permanente com capacidade de reconectar os remanescentes de vegetação natural no entorno da UC. Estas APPs assumem papel de corredores ecológicos, facilitando o deslocamento de indivíduos da fauna local entre os remanescentes florestais, aumentando o fluxo gênico da paisagem, a dispersão de sementes e propágulos de vegetação nativa e a recuperação da complexidade estrutural dos ambientes aquáticos associados.



Mapa 20: Áreas Prioritárias para conectividade da paisagem MONA Pico do Ibituruna



## Possíveis sinergias com Programas da Fundação Renova

### Programa: 26 – Recuperação de APPs

- Recuperar 40.000 hectares de Áreas de Preservação Permanente (APPs) degradadas na Bacia do Rio Doce. Desta área, 10.000 hectares deverão ser executados por meio de reflorestamento e 30.000 hectares deverão ser executados por meio de regeneração.

### Programa: 27 – Recuperação de Nascentes

- Recuperar cinco mil nascentes, sendo 500 por ano.

## 8.4 Projeto de Manejo de Fauna e Vegetação

### Objetivos do Projeto

Recompor parcialmente a biota local original por meio da introdução de algumas espécies chave, remoção de espécies exóticas invasoras, e aumento do conhecimento sobre espécies endêmicas, raras ou novas para a ciência, promovendo o restabelecimento de importantes serviços ecossistêmicos que foram perdidos ou severamente comprometidos.

## Medidas do Projeto

- Controle da introdução de espécies exóticas de peixes no Rio Doce através de programa de pesca e fiscalização;
- Introdução de elementos estruturantes naturais ou artificiais para surgimento de novos habitats (peixes);
- Pesquisa e reintrodução de espécies sensíveis e endêmicas de peixes;
- Pesquisa sobre status taxonômico e distribuição de espécies de anfíbios potencialmente novas para a ciência;
- Expansão do programa de monitoramento da ictiofauna para os tributários do Rio Doce.

### 8.4.1 Medida 1 - Controle da introdução de espécies exóticas de peixes no Rio Doce através de programa de pesca e fiscalização

#### Importância da Medida

Essa medida se refere aos impactos: (B1) Aumento da mortalidade e redução dos tamanhos populacionais (ictiofauna); (B5) Alteração na cadeia trófica (ictiofauna); (B6) Alteração na composição da assembleia de peixes; e (B7) Aumento na riqueza e abundância relativa de espécies introduzidas.

Trata-se de medida permanente e de eficiência reduzida no que se refere a exclusão de espécies introduzidas, mas tendo grande importância na conscientização a longo prazo a respeito da introdução de novas espécies e no trato das que já foram introduzidas. A introdução de novas espécies em ecossistemas saudáveis é um vetor de desequilíbrio e desajuste do estado de estabilidade daquele ambiente. No Caso do Rio Doce, onde os impactos citados acima se encontram em andamento, a adição de novas espécies não nativas apenas os aprofundará, reduzindo a resiliências das populações residentes.

#### Objetivo da Medida

Evitar a introdução de novas espécies exóticas e alóctones nos ambientes aquáticos da UC e sua ZA, além de controlar as populações já existentes.

#### Prioridade

Mesmo considerando introduções prévias e consequente presença de espécies exóticas em toda a bacia, esta medida se relaciona com um impacto de significância muito alta e 3 de significância alta, sendo considerado de prioridade alta, principalmente para implementação a curto prazo no interior da UC e sua ZA.

#### Extensão

Interior do MONA e sua zona de amortecimento (ZA).

## Possíveis sinergias com Programas da Fundação Renova

### Programa 28 – Conservação da Biodiversidade

- Elaborar e implementar medidas para a recuperação e conservação da fauna aquática impactada da bacia hidrográfica do Rio Doce.

#### **8.4.2 Medida 2 Introdução de elementos estruturantes naturais ou artificiais com o objetivo de garantir a heterogeneidade necessária para a recuperação e manutenção de meso e micro-habitats aquáticos**

### Importância da Medida

Essa medida se refere aos impactos: (B2) Perda de habitat através de destruição na calha do Rio Doce e áreas adjacentes (ictiofauna); (B3) Perda de habitat por degradação na calha do Rio Doce e áreas adjacentes (ictiofauna); e (B5) Alteração na cadeia trófica (ictiofauna).

Em casos de degradação ou destruição de habitats aquáticos, a perda de estrutura impossibilita a recuperação dos meso e micro-ambientes, em alguns casos de forma permanente. A introdução de elementos estruturantes naturais ou artificiais, tende a garantir uma recuperação mais acelerada das funções ecológicas perdidas, possibilitando melhoria ambiental e na qualidade da água, através do favorecimento da colonização por organismos cicladores, que além de disponibilizar nutrientes em diversas formas, costumam ser a base das cadeias alimentares aquáticas.

### Objetivo da Medida

Recuperar estruturalmente os corpos d'água, garantindo a heterogeneidade ambiental necessária para a recuperação e manutenção da biodiversidade aquática.

### Prioridade

Considerando que a recuperação das APPs prevista na medida 1 do item 8.3.1, já tem o potencial de fornecer elementos estruturantes de forma natural e contínua aos tributários e em menor escala ao rio Doce, esta medida foi considerada de **prioridade média**, mesmo se relacionando com um impacto de significância alta, podendo ser adotada como forma de acelerar o processo de recuperação da qualidade ambiental e funções ecológicas relacionadas.

### Extensão

Interior do MONA e sua zona de amortecimento (ZA).

## Possíveis sinergias com Programas da Fundação Renova

## Programa: 26 – Recuperação de APPs

- Recuperar 40.000 hectares de Áreas de Preservação Permanente (APPs) degradadas na Bacia do Rio Doce. Desta área, 10.000 hectares deverão ser executados por meio de reflorestamento e 30.000 hectares deverão ser executados por meio de regeneração.

## Programa: 27 – Recuperação de Nascentes

- Recuperar cinco mil nascentes, sendo 500 por ano.

## Programa 28 – Conservação da Biodiversidade

- Elaborar e implementar medidas para a recuperação e conservação da fauna aquática impactada da bacia hidrográfica do Rio Doce.

### **8.4.3 Medida 3 Pesquisas para avaliar a necessidade e viabilidade de programas de reintrodução de espécies sensíveis e endêmicas de peixes**

#### **Importância da Medida**

Essa medida se refere aos impactos: (B1) Aumento da mortalidade e redução dos tamanhos populacionais (ictiofauna); (B5) Alteração na cadeia trófica (ictiofauna); e (B6) Alteração na composição da assembleia de peixes; (B7) Aumento na riqueza e abundância relativa de espécies introduzidas.

Em alguns casos, quando a redução populacional de algumas espécies torna as populações inviáveis, tendendo à extinção local, a única maneira possível de recuperar funções ecológicas é a reintrodução de espécies chave. Para tal é necessário que em um primeiro momento seja feito um estudo aprofundado, para a constatação da necessidade e avaliação da viabilidade. Em seguida, com **base nos resultados do estudo, poderão ser definidas as espécies a serem reintroduzidas, e as técnicas que permitirão o sucesso da medida.**

#### **Objetivo da Medida**

Avaliar a necessidade e viabilidade de programas de reintrodução de espécies de peixes sensíveis e endêmicas.

#### **Prioridade**

A expansão proposta para o programa de monitoramento de ictiofauna já tem o potencial de fornecer os dados necessários para a avaliação da necessidade de reintrodução de espécies sensíveis e endêmicas. Caso seja constatada essa necessidade, os estudos de viabilidade deverão ser conduzidos. Por isso, tendo

em vista a necessidade potencial, esta medida foi considerado de **prioridade média**, mesmo se relacionando a 3 impactos de significância alta.

## Extensão

Interior do MONA e sua zona de amortecimento (ZA).

## Possíveis sinergias com Programas da Fundação Renova

Programa: 28 – Conservação da Biodiversidade

- Elaborar e implementar medidas para a recuperação e conservação da fauna aquática impactada da bacia hidrográfica do Rio Doce.

### 8.4.4 Medida 4 Pesquisa sobre status taxonômico e distribuição de espécies de anfíbios potencialmente novas para a ciência

## Importância da Medida

No diagnóstico da herpetofauna foi registrada a ocorrência de três espécies de anfíbios (i.e. *Bokermannohyla* gr. *circumdata*, *Crossodactylus* sp., *Leptodactylus* aff. *spixi*) que não puderam ser identificadas até o nível específico sendo, portanto, potencialmente novas para a ciência e, que, ocorrem ou potencialmente ocorrem na UC ou em sua zona de amortecimento. Por serem táxons potencialmente novos para a ciência não se tem informações sobre o seu habitat e distribuição geográfica e, portanto, não é possível acessar o seu status de conservação, o que dificulta a avaliação dos impactos sobre suas populações.

Os impactos (B1) Aumento da mortalidade e redução dos tamanhos populacionais e (B3) Perda de habitat por degradação na calha do Rio Doce e áreas adjacentes provavelmente não afetaram essas espécies devido à sua extensão. Entretanto, os impactos potenciais (B5) Alteração na cadeia trófica e (B11) Contaminação e bioamplificação de contaminantes, se constatados reais, poderiam vir a afetar essas espécies. Portanto, essa medida visa suprir uma importante lacuna do conhecimento que está diretamente ligada à conservação dessas espécies.

## Objetivo da Medida

O objetivo dessa medida é viabilizar a realização de estudos que investiguem a distribuição geográfica, os habitats de ocorrência, o status taxonômicos e, por fim, o status de ameaça desses táxons. A realização desses estudos permitirá avaliar a necessidade de monitorar suas populações frente à nova condição



ambiental imposta pelo rompimento e a necessidade de implantação de medidas de manejo propriamente ditas.

Por ser um trabalho que envolve pesquisa científica essa medida deve ser realizada por meio do estabelecimento de uma parceria com universidades e pesquisadores de notório saber e que trabalham com taxonomia de anfíbios, na região do médio Rio Doce.

## **Prioridade**

Baixa prioridade. Apesar de o impacto Contaminação e bioamplificação de contaminantes (B11), se constatado real, possuirá alta significância, a descrição das espécies não é algo de alta prioridade. A descrição das espécies é fundamental para que seu status de ameaça, inclusive frente ao impacto, seja corretamente avaliado, mas não tem a capacidade de mitigá-lo e, portanto, não é de alta prioridade.

## **Extensão**

A medida deverá se valer de espécimes provenientes da UC, ZA e entorno.

## **Possíveis sinergias com Programas da Fundação Renova**

Programa: 28 – Conservação da Biodiversidade

- Elaborar e implementar medidas para a recuperação e conservação da fauna aquática impactada da bacia hidrográfica do Rio Doce.

### **8.4.5 Medida 5 Expansão do programa de monitoramento da ictiofauna para os tributários do Rio Doce**

## **Importância da Medida**

Essa medida se refere aos impactos: (B4) Perda de conectividade na calha do Rio Doce e áreas adjacentes; (B5) Alteração na cadeia trófica; (B6) Alteração na composição da assembleia de peixes; (B7) Aumento na riqueza e abundância relativa de espécies introduzidas; e (B11) Contaminação e bioamplificação de contaminantes em animais e plantas.

Uma das principais limitações na avaliação de impactos é a falta de informação prévia e básica, a respeito da composição da comunidade biótica local. Parte desta lacuna pode ser preenchida por levantamento de dados secundários, mas o detalhamento de alguns impactos e a avaliação da necessidade e viabilidade da aplicação de medidas, depende de dados primários e atuais. Sendo assim, é de suma importância que o programa de monitoramento em andamento, contemple pontos de amostragem em tributários dentro da unidade de conservação e em sua zona de amortecimento, bem como nas confluências dos mesmos com o Rio Doce.

## Objetivo da Medida

Estender o monitoramento da ictiofauna aos pontos propostos no item 8.1.6 (Medida 5 - Monitoramento de parâmetros quali-quantitativos das águas e dos sedimentos de rios tributários do rio Doce e zonas de confluência na UC e ZA através das metodologias e critérios já estabelecidos pelo PMQQS), a fim de verificar alterações decorrentes dos impactos diretos e indiretos do rompimento, além de checar a efetividade das medidas mitigatórias e reparatórias aplicadas.

## Prioridade

Esta medida se relaciona a um impacto de significância muito alta e quatro de significância alta, além disso, é imprescindível para a compreensão da extensão dos impactos diretos e indiretos, sobre a ictiofauna da unidade de conservação e sua zona de amortecimentos, não contempladas no programa de monitoramentos em andamento. Tendo isso em vista, esta medida foi considerada de **prioridade alta**, com implementação imediata.

## Extensão

Interior do MONA e sua zona de amortecimento (ZA).

## Possíveis sinergias com Programas da Fundação Renova

Programa: 28 – Conservação da Biodiversidade

- Elaborar e implementar medidas para a recuperação e conservação da fauna aquática impactada da bacia hidrográfica do Rio Doce.

## 8.5 Projeto de Uso Público

### Objetivos do Projeto

Dentre os objetivos e as diretrizes que regem o conjunto das UCs federais, estaduais e municipais está a “promoção da educação e interpretação ambiental, da recreação em contato com a natureza e do ecoturismo” (BRASIL, 2008). A visitação nessas áreas é considerada uma das principais oportunidades para que a população conheça, entenda e valorize os recursos naturais e culturais existentes nas áreas protegidas (BRASIL, 2009).

O IBAMA (BRASIL, 1999) indica que um Programa de Uso Público deve propiciar a aproximação dos visitantes com a natureza, permitindo que estes interiorizem o significado das áreas protegidas, sua importância em termos de preservação, manejo e aproveitamento indireto dos recursos naturais e culturais. Numa abordagem similar, Cervantes et al. (1992) apontam que o Programa de Uso Público deve propiciar lazer, recreação e educação ambiental para os visitantes (comunidade local e turistas), além de despertar uma consciência crítica para a necessidade de conservação dos recursos naturais em uma unidade de conservação. Mais recentemente, o ICMBio/EMBRATUR definiu o Programa de Turismo [de Uso Público] como aquele que “deve contribuir para o desenvolvimento local e regional, valorizando o patrimônio natural e cultural e promovendo a aproximação entre sociedade e natureza” (BRASIL, 2006, p. 5).

O programa de uso público, ajustado a um zoneamento e tendo no Centro de Visitantes seu centro irradiador de informações, deve propiciar ao visitante as atividades de *(re)encontro* ou *(re) ligação* com a natureza proporcionando uma sensibilização e entendimento sobre as características naturais e culturais da área, contribuindo, assim, para as ações de conservação da natureza. Seu objetivo geral visa compatibilizar as aspirações de lazer das comunidades com as ações de conservação ambiental das UCs. Além disso, foram definidos os seguintes objetivos específicos para a construção do Programa de Uso Público: propor ações para as oportunidades recreativas e educacionais oferecidas pelas unidades de conservação do projeto; propor ações para mudanças de atitudes e comportamentos da sociedade na sua relação com a natureza; estruturar serviços e equipamentos voltados ao uso público nas unidades de conservação ao longo do Rio Doce que atendam ao direito ao lazer.

## **Medidas do Projeto**

- Curso de empreendedorismo e associativismo/cooperativismo vinculado ao uso público da UC (artesanato, gastronomia, etc)
- Implantação de roteiros ecoturísticos adequados a cada UC
- Capacitação de monitores em técnicas de interpretação ambiental e redução de impactos da visitação
- Educação Ambiental com a comunidade

### **8.5.1 Medida 1 Curso de empreendedorismo e associativismo/cooperativismo vinculado ao uso público da UC (artesanato, gastronomia, etc)**

## **Importância da Medida**

Trata-se de uma abordagem para tornar os pequenos e médios proprietários da zona de amortecimento em protagonistas de ações de usos de baixo impacto nessas áreas, com a conversão de uso das terras para uma agricultura agroecológica, com SAFs, e atividades de apoio a visitação da área, como aquelas voltadas a hospedagem (hotéis, pousadas e campings) e alimentos e bebidas, como bares e restaurantes. As bases para essa mudança se dão pela criação de associação ou cooperativa embasadas nos princípios da economia solidária. Essa medida está associada a dois impactos: (SE9) Perdas econômicas no setor de serviços (alimentação, bebidas e hospedagem) e (SE10) Perda de identidade laboral, sendo um de baixa e outra de média significância.

## **Objetivo da Medida**

Capacitar a comunidades do entorno em atividades sustentáveis de uso público e agropecuárias.

## **Prioridade**

A medida tem prioridade **Média**, pois tem relação direta com a integridade da UC, mitiga os impactos de baixa alta e média significância e pode ser implementada em médio prazo.

## **Extensão**

A medida se estende no interior da UC e em sua zona de amortecimento.

## **Possíveis sinergias com Programas da Fundação Renova**

Programa 13: Turismo, Cultura, Esporte e Lazer

- Programa de Retomada das Atividades Agropecuárias, mais especificamente aos Projetos:
- Projeto de Agregação de Valor e Comercialização.

## **8.5.2 Medida 2 Implantação de roteiros ecoturísticos adequados a cada UC**

### **Importância da Medida**

Os roteiros de ecoturismo de um futuro programa de uso público de plano de manejo devem estar embasados em duas frentes. A primeira em potencializar (aumentar) os impactos positivos. Nessa frente deve-se pensar em ações de interpretação ambiental e de animação sociocultural. A segunda frente diz respeito a redução de impactos negativos ao ambiente e cultura local. O uso de técnicas de avaliação de impacto como o VIM (Visitor Impact Management) e o LAC (Limite aceitável de câmbio) devem ser efetivadas. Nessa abordagem, devem-se estabelecer indicadores de impacto e seu monitoramento. Essa medida está associada a dois impactos: (S1) Perda de espaço de sociabilidade, de lazer e comprometimento da prática de esportes náuticos e (S5) Perda das relações tofílicas.

### **Objetivo da Medida**

Implantar roteiro de ecoturismo na UC e seu entorno.

### **Prioridade**

A medida tem prioridade Média, pois tem relação com a integridade da UC, mitiga impactos de média significância e pode ser implementada em médio prazo.

## **Extensão**

A medida se estende no interior da UC e em sua zona de amortecimento.

## **Possíveis sinergias com Programas da Fundação Renova**

## Programa 13: Turismo, Cultura, Esporte e Lazer

- Programa de Retomada das Atividades Agropecuárias, mais especificamente aos Projetos:
- Projeto de Agregação de Valor e Comercialização.

### **8.5.3 Medida 3 Capacitação de monitores de interpretação ambiental e redução de impactos da visitação**

#### **Importância da Medida**

Essa medida é uma complementação da medida anterior (medida 2). O sucesso de um programa de uso público está apoiado na ação de monitores ambientais. Estes devem ser capacitados naquelas técnicas apontadas na medida 2, pois eles são os principais agentes para realizar o monitoramento de impactos. Portanto, devem ser capacitados a conhecer as técnicas do VIM e LAC, assim como de Interpretação Ambiental. Essa medida está associada ao impacto (SE1) Perda de espaço de sociabilidade, de lazer e comprometimento da prática de esportes náuticos.

#### **Objetivo da Medida**

Capacitar monitores ambientais em técnicas de manejo do impacto da visitação e de interpretação ambiental.

#### **Prioridade**

A medida tem prioridade Média, pois tem relação com a integridade da UC, mitiga impacto de média significância e pode ser implementada em médio prazo.

#### **Extensão**

Comunidades do interior e da zona de amortecimento o MONA Pico do Ibituruna.

#### **Possíveis sinergias com Programas da Fundação Renova**

## Programa 13: Turismo, Cultura, Esporte e Lazer

- Programa de Retomada das Atividades Agropecuárias, mais especificamente aos Projetos:
- Projeto de Agregação de Valor e Comercialização.



## 8.5.4 Medida 4 Educação ambiental com a comunidade

### Importância da Medida

A Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999) define a educação ambiental como “os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.”

A medida **educação ambiental com a comunidade** tem sua importância como condutora das ações de mobilização, reflexão, cooperação entre os moradores da UC e de seu entorno e a gestão da UC, de modo a diminuir os conflitos relacionados ao uso dos recursos naturais e potencializar as ações para conservação da área. Parcerias entre a UC, escolas, associações e proprietários do entorno constitui-se em elemento central desta medida.

A medida se relaciona com os impactos: (SE1) Perda de espaço de sociabilidade, de lazer e comprometimento da prática de esportes náuticos, (SE2) Desalento pela perda de produção agropecuária e/ou piscicultura em 2015; (SE3) Perda de áreas de produção agrícola, pecuária e de pesca; (SE5) Perda das relações tofílicas; (SE7) Acirramento dos conflitos socioambientais. A comunicação mais efetiva tende a resultar na diminuição dos conflitos e tensões decorrentes dos impactos e possibilitar o engajamento da população do entorno e do interior da UC no processo de recuperação da área.

### Objetivo da Medida

Promover espaços e calendário de eventos para a discussão dos problemas ambientais e para a participação dos moradores da UC e de seu entorno na solução dos problemas identificados. Dotar a comunidade de informações acerca da qualidade da água e de demais ações da Fundação Renova.

### Prioridade

A medida tem prioridade Alta, pois tem muita relação com a integridade da UC, mitiga impactos de média e alta significância e deve ser implementada em curto prazo.

### Extensão

Interior do Monumento Natural Pico do Ibituruna e sua zona de amortecimento (ZA).

### Possíveis sinergias com Programas da Fundação Renova

Programa 13: Turismo, Cultura, Esporte e Lazer

- Programa de Retomada das Atividades Agropecuárias, mais especificamente aos Projetos:
- Projeto de Agregação de Valor e Comercialização.

Programa 33: Educação para Revitalização das Bacia do Rio Doce

- Programa de Retomada das Atividades Agropecuárias, mais especificamente aos Projetos:
- Projeto de Reparação e Adequação de Infraestrutura Rural ;
- Projeto de Agregação de Valor e Comercialização;
- Processo de Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária;

- Processo de Gestão e Monitoramento

## **9. OPORTUNIDADE DE MELHORIA: A IMPORTÂNCIA DO PLANO DE MANEJO DO MONA PICO DO IBITURUNA**

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) prevê que todas as unidades de conservação devem ter um plano de manejo. Elaborado a partir de diagnósticos dos meios físicos, bióticos, socioeconômicos e culturais, com a participação de técnicos e estudiosos, além da sociedade local, o plano estabelece normas e restrições para uso e as ações que devem ser desenvolvidas para otimizar a proteção e conservação da UC, de acordo com suas especificidades legais, como categoria de manejo e objetivos de criação. O plano de manejo estabelece, ainda, o zoneamento da UC e diretrizes para sua zona de amortecimento, quando é o caso, buscando compatibilizar a vizinhança à proteção da unidade. Esse documento de planejamento organiza, ainda, a gestão da UC, criando programas com diretrizes que auxiliam a operacionalização das ações no dia-a-dia. Segundo o SNUC, é o plano de manejo que estabelece as regras para visitação de cada uma das UCs.

A categoria de manejo Monumento Natural possui uma peculiaridade em relação às demais categorias do grupo de UCs de proteção integral que é a possibilidade de ser constituída por áreas particulares. A utilização da terra e dos recursos naturais é permitida, desde que compatível com os objetivos da UC. Essa característica traz enorme desafio para a gestão, fato observado no MONA Pico do Ibituruna. A ausência de regramento que contribua para a compatibilidade indicada no SNUC oferece riscos à conservação da área. No caso do Pico do Ibituruna, esse risco se associa ao principal recurso natural ali existente, que é a água, serviço ecossistêmico de fundamental importância para a sociedade valadarense.

Ainda que apenas um dos impactos tenha medida de mitigação diretamente relacionada ao plano de manejo – (S11) Aumento da especulação imobiliária dentro da UC – pode-se afirmar que o sucesso das demais medidas previstas nos projetos indicados para mitigação e reparação dos impactos decorrentes do rompimento da barragem do Fundão vincula-se ao plano de manejo. Isto porque a associação entre as fases de elaboração do plano de manejo e a implementação das medidas de mitigação e/ou reparação gerará sinergia que contribuirá significativamente para a otimização do processo de gestão da UC, com resultados positivos e efetivos.

A participação no processo de construção do plano de manejo da comunidade interna ao MONA (moradores, proprietários, produtores rurais, hoteleiros, trabalhadores do setor turístico) e de sua zona de amortecimento, além das instituições públicas com atuação na região é condição precípua para a construção dessa ferramenta de gestão. Da mesma forma, o acúmulo dessa participação é de fundamental importância para a efetividade das medidas de mitigação/reparação.

No que tange os aspectos físicos, o Plano de Manejo contribui com o zoneamento dos recursos naturais, fornecendo instrumentos para uma gestão mais sustentável da paisagem a partir do conhecimento integrado sobre as componentes geológicas, geomorfológicas, hidrográficas e pedológicas que compoem a Unidade de Conservação. A variabilidade de interpretações e das informações geradas por meio de um plano de gestão para o território da UC permitirá a proposição de medidas preservacionistas ou mesmo para prevenção de riscos e controle de processos naturais ou antrópicos, que estejam em consonância com os objetivos da Unidade de Conservação. Alguns exemplos são:

- a identificação de suscetibilidades a ocorrência de processos naturais ou induzidos, tais como a identificação de áreas suscetíveis a inundações periódicas, processos erosivos ou movimentos de massa;

- a identificação de potencialidades e fragilidades ambientais em função dos usos da terra, como áreas potencialmente produtoras de água (devido a qualidade e quantidade de nascentes entre vales conservados), ou mesmo áreas de fragilidade ambiental, agravadas pela exposição dos solos em consequência do histórico de uso e ocupação na UC e/ou em sua zona de amortecimento.

Em relação ao meio biótico, o Plano de Manejo contribui para o inventário sistematizado das espécies da fauna e flora residentes na MONA, o que permite a identificação das espécies chave para a manutenção dos serviços ecossistêmicos essenciais para a saúde do ecossistema da Unidade de Conservação.

Devido às características de relevo do Pico da Ibituruna, as drenagens que tem as suas nascentes dentro da UC em algum momento se isolam do seu contínuo a partir de quebras de altitude abruptas que formam longas quedas d'água, impedindo o fluxo de espécies de peixes residentes nas áreas mais baixas da Zona de amortecimento (próximas ao rio Doce, por exemplo) indicando que existe um enorme potencial para a ocorrência de espécies de peixes novas para a ciência, que muito provavelmente apresentem características morfológicas que permitam a adaptação a ambientes de elevadas velocidade e oxigenação da água, podendo ser utilizadas como indicadores da qualidade ambiental do ecossistema aquático e da sua interface com o ambiente terrestre - as zonas ripárias - e adjacências - microbacia hidrográficas.

O conhecimento da fauna presente no MONA Ibituruna contribui também para o desenvolvimento de atividades de educação ambiental e capacitação de monitores. Através do conhecimento sobre as espécies de aves e mamíferos presentes, é possível promover atividades de observação de aves e de outros elementos da fauna, e desenvolver um discurso e materiais de apoio que valorizem e apresentem a riqueza da biodiversidade local. Além de atrair um público visitante interessado em atividades relacionadas ao uso sustentável dos recursos naturais e a conservação da natureza, este tipo de atividade tem o potencial de informar à comunidade local sobre a importância de valorizar os recursos naturais.

No que se refere aos aspectos socioeconômicos o Plano de Manejo contribui para a organização de atividades produtivas, potencializando usos adequados à conservação e oferecendo alternativas àquelas geradoras de impactos sobre a UC. O plano é fundamental para o ordenamento das práticas de uso público na UC. Esse ordenamento envolve duas frentes de trabalho: uma para aumentar impactos positivos e outra para reduzir os impactos negativos. Assim, o Plano de Manejo constitui-se numa ferramenta para geração de emprego e renda das comunidades do interior e entorno da UC permitindo a elas participarem do processo de tomada de decisão. O Plano de Manejo necessita considerar os diagnósticos indicados neste relatório com complementações de dados primários e a proposição de ações de manejo trabalhadas de forma participativa com as comunidades. Trata-se da oportunidade de desenvolvimento de atividades de transporte de visitantes, oferecimento de hospedagem e de equipamentos de alimentos e bebidas e, notadamente, o trabalho de monitoria aos atrativos naturais e histórico-culturais da área. O diferencial do Mon ligado aos esportes alados no pico é importante e merece atenção do Plano de Manejo para melhorar a gestão das atividades presentemente ofertadas aos visitantes.

**10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AGEITEC – AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. Árvore do Conhecimento: solos tropicais. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/EMBRAPA, 2018. Disponível em <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos\\_tropicais/arvore/CONTAG01\\_8\\_2212200611538.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_8_2212200611538.html)>. Acesso 11 de novembro de 2018.

AGUIRRE, Á. C. 1951. Sooretama: estudo sobre o Parque de Reserva, Refúgio e Criação de Animais Silvestres, “Soóretama”, no município de Linhares, estado do Espírito Santo.

ALMEIDA, A.P., GASPARINI, J.L., ABE, A.S., ARGÔLO, A.J.S., BAPTISTOTTE, C., FERNANDES, R., ROCHA, C.F.D., VAN SLUYS, M. 2007. Os Répteis Ameaçados de Extinção no Estado do Espírito Santo. In: M. Passamani and S. L. Mendes (Eds), Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção no Estado do Espírito Santo. IPEMA - Instituto de Pesquisas da Mata Atlântica, Vitória, pp. 65-74.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. HidroWeb: sistemas de informações hidrológicas. Estação. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb>>. Acesso em: 28 de outubro de 2018.

ANACLETO, T. C. S.; F. Miranda; I. Medri; E. Cuellar; A. M. Abba & M. Superina. 2014. *Priodontes maximus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014: e.T18144A47442343. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-1.RLTS.T18144A47442343.en>. Acesso em: 17 de novembro de 2016.

ANDRADE, Luisa Teixeira; PINHO, Frederico Alves. Patrimônio cultural e práticas de memória: produção de materiais didáticos para a diversidade: patrimônio e práticas de memória numa perspectiva interdisciplinar. e-hum Revista Científica das áreas de Humanidades do Centro Universitário de Belo Horizonte, vol. 7, n.º 2, Agosto/Dezembro de 2014 - [www.http://revistas.unibh.br/index.php/dchla/index\\_91](http://www.revistas.unibh.br/index.php/dchla/index_91), p. 95.

ANDRADE, R.N.; SCOSS, L.M. & Nunes, A.V. 2004. Avaliação metodológica do uso de poleiros artificiais na recuperação de áreas degradadas. In: Laps, R.R. (Ed.), XII Congresso Brasileiro de Ornitologia - Resumos. Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, Brazil, p.140.

ARAUJO-VIEIRA, K., NASCIMENTO, F.A., ROBERTO, I.J., Tiburcio, I.C.S., Lisboa, B.S., Ávila, R.W. 2016. A review of the geographical distribution of *Sphaenorhynchus prasinus* Bokermann, 1973 (Anura: Hylidae) in the state of Alagoas, northeastern Brazil. Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão, Nova Série, Zoologia 38: 265-274.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1994. NBR 6492: representação de projetos de arquitetura. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1999. NBR 13142/99: dobramento e cópia. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1987. NBR 10068/87: folha de desenho – leiaute e dimensões. Rio de Janeiro.



ATLAS DA VULNERABILIDADE SOCIAL. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA Disponível em: <http://ivs.ipea.gov.br/index.php/pt/planilha>. Acesso em: 14 dez. 2018. BARBOSA, A. L. M. et al. Mapa geológico preliminar do médio Rio Doce. Escala 1:200.000. GEOSOL/ DNPM, Projeto Médio Rio Doce, 1966.

BARQUEZ, R. & DIAZ, M. 2015. *Cynomops planirostris*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T13642A22108538. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T13642A22108538.en>. Downloaded on 25 November 2018.

BARTHOLO, Roberto. Sobre o sentido da proximidade: implicações para um turismo situado de base comunitária. In: Bartholo, Roberto; Sansolo, Davis; Bursztyn, Ivan (orgs.). Turismo de base comunitária: diversidade de olhares e experiências brasileiras. Brasília: Letra e Imagem, 2009, p. 52.

BARUQUI, F.M. 1982. Inter-relações do solo-pastagens nas Regiões da Mata e do Rio Doce do estado de Minas Gerais. Tese de mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 119p.

BELA, G.; PELTOLA, T.; YOUNG, J.C.; BALÁZS, B.; ARPIN, I.; PATAKI, G.; HAUCK, J.; KELEMEN, E.; KOPPEROINEN, L.; HERZELE, A.; VAN, KEUNE, H.; HECKER, S.; SUSKEVICS, M.; ROY, H.E.; ITKONEN, P.; KÜLVIK, M.; LÁSZLÓ, M.; BASNOU, C.; PINO, J. & BONN, A. 2016. Learning and the transformative potential of citizen science. *Conservation Biology*, 30:990-999.

BENFICA, C.E.R.T.; CANUTO, M.; ZORZIN, G. & CARVALHO, C.E.A. 2009. Novos registros de falconiformes ameaçados de extinção para o estado de Minas Gerais. In: Simon, J.E.; Raposo, M.A.; Stopiglia, R. & Peres, J. (Eds.), XVII Congresso Brasileiro de Ornitologia - Resumos. Sociedade Brasileira de Ornitologia, São Paulo, Brazil, p.79.

BÉRNILS R.S. 2009. Composição e padrões de distribuição de Caenophidia (Squamata, Serpentes) das serras atlânticas e planaltos do sudeste da América do Sul. Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro

BIODIVERSITAS 2007. Revisão das listas das espécies da flora e da fauna ameaçadas de extinção do estado de Minas Gerais. Relatório final. Volume 3. Belo Horizonte, junho de 2007. Disponível em <http://www.biodiversitas.org.br>.

BOKERMANN, W. 1957. Atualização do itinerário da viagem do Príncipe de Wied ao Brasil (1815-1817). *Arquivos de Zoologia do Estado de São Paulo* 10: 209–251.

BONVICINO, C. R; J. A. DE OLIVEIRA & P. S. D'ANDREA. 2008. Guia dos roedores do Brasil, com chaves para gêneros baseadas em caracteres externos. Rio de Janeiro: Centro Pan-Americano de Febre Aftosa - OPAS/OMS: 2008, 120p.

BORBA, R. P.; FIGUEIREDO, B.; CAVALCANTI, J. A. Arsênio na água subterrânea em Ouro Preto e Mariana, Quadrilátero Ferrífero (MG). *Rev. Esc. Minas*, v. 57, n. 1, p. 45-51, 2004.

BOTELHO, Eloisa; MACIEL, Gláucio; GONÇALVES, Rafael; IRVING, Marta. Reflexões sobre educação ambiental e turismo nos parques nacionais brasileiros. In: Marta Irving; Camila Rodrigues; Andrea Rabinovici; Helena Costa (orgs.). Turismo, áreas protegidas e inclusão social: diálogos entre saberes e fazeres. Rio de Janeiro: Folio Digital, 2015, p 193.

BRANDON, Katrina. Etapas básicas para incentivar a participação local em projetos de turismo de natureza. In: LINDBERG, Greg; HAWKINS, Donald (org). *Ecoturismo, Um guia para planejamento e gestão*. São Paulo: Senac, 1995, p. 225-256.

BRANDT MEIO AMBIENTE. Estudo de Impacto Ambiental (EIA). Barragem de Rejeito do Fundão. Nova Lima. 2005, p. 289.

BRASIL, 1993. Decreto Federal nº 750/1993. Diário Oficial da União - Seção 1 - 11/2/1993, p. 1801.

BRASIL, [Lei n. 9.985, de 18 de julho de 2000](#). Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.

BRASIL, Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1970-1979/lei-6766-19-dezembro-1979-366130-norma-pl.html>. Acesso em: 06 nov. 2018.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução CONAMA nº 396/2008, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 7 abr. 2008.

BRASIL. Constituição (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*. São Paulo: Saraiva, 2003

BRASIL. Decreto nº 6.040, de 07 de fevereiro de 2007. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. Brasília, DF, 2007. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/decreto/d6040.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6040.htm)>. Acesso em: 25 nov. 2018

BRASIL. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Brasília, DF, 2006b. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm)>. Acesso em: 15 jan. 2018.

BRASIL. Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015. Regulamenta o inciso II do § 1º e o § 4º do art. 225 da Constituição Federal, o Artigo 1, a alínea j do Artigo 8, a alínea c do Artigo 10, o Artigo 15 e os §§ 3º e 4º do Artigo 16 da Convenção sobre Diversidade Biológica, promulgada pelo Decreto no 2.519, de 16 de março de 1998; dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade; revoga a Medida Provisória no 2.186-16, de 23 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/CCIVil\\_03/\\_Ato2015-2018/2015/Lei/L13123.htm](http://www.planalto.gov.br/CCIVil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13123.htm)> Acesso em: 25 nov. 2018

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Roteiro metodológico de planejamento: parque nacional, reserva biológica, estação ecológica. Brasília: MMA/IBAMA, 2002.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Manual do chefe. Brasília: MMA/IBAMA, 1999.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Brasília, 2000.

BRASIL. Ministério do Turismo. Coordenação Geral de Regionalização. Programa de Regionalização do Turismo - Roteiros do Brasil: Módulo Operacional 7 - Roteirização Turística. Ministério do Turismo. Secretaria Nacional de Políticas de Turismo. Departamento de Estruturação, Articulação e Ordenamento Turístico. Coordenação Geral de Regionalização. – Brasília, 2007. 51 p.

BRASIL. Ministério do Turismo. Ecoturismo: orientações básicas. / Ministério do Turismo, Secretaria Nacional de Políticas de Turismo, Departamento de Estruturação, Articulação e Ordenamento Turístico, Coordenação Geral de Segmentação. 2. ed. – Brasília: Ministério do Turismo, 2010. 90p.

BREWER, C. A. 2005. Design better maps: a guide for GIS users. 203 p.

BROOKS, T.M.; TOBIAS, J.A. & BALMFORD, A. 1999. Deforestation and bird extinctions in the Atlantic forest. *Animal Conservation*, 2:211-222.

BRUSQUETTI, F., JANSEN, M., BARRIO-AMORÓS, C.L., SEGALLA, M.V., HADDAD, C.F.B. 2014. Taxonomic review of *Scinax fuscomarginatus* (Lutz, 1925) and related species (Anura, Hylidae). *Zoological Journal of the Linnean Society* 171: 783-821.

BURGESS. R. G. A pesquisa de terreno: uma introdução. trad. Eduardo de Freitas; Maria Inês Mansinho. Oeiras : Celta, 1997.

BURMEISTER, K. H. C. 1856. Systematische Uebersicht der Thiere Brasiliens, welche während einer Reise durch die Provinzen von Rio de Janeiro und Minas Geraes gesammelt oder beobachtet wurden, vol. 2 and 3, Vögel (Aves). Georg Reimer, Berlin, Germany.

CAMARGO, J. A., and A. Alonso. 2006. Ecological and toxicological effects of inorganic nitrogen pollution in aquatic ecosystems: a global assessment. *Environment International* 32:831-849.

CANADIAN ENVIRONMENTAL PROTECTION ACT (CEPA).1999, Priority substances. 1999. Toxic substances list — updated schedule 1 as of December 27, 2006. Available from: [http://www.ec.gc.ca/CEPARRegistry/subs\\_list/Priority.cfm](http://www.ec.gc.ca/CEPARRegistry/subs_list/Priority.cfm)  
[http://www.ec.gc.ca/CEPARRegistry/subs\\_list/Toxicupdate.cfm](http://www.ec.gc.ca/CEPARRegistry/subs_list/Toxicupdate.cfm)

CANELAS, M.A.S., Filogonio, R. 2010. Geographic distribution: *Physalaemus aguirrei*. *Herpetological Review* 41: 376.

CANUTO, M.; ZORZIN, G.; CARVALHO-FILHO, E.P.M.; CARVALHO, C.E.A.; CARVALHO, G.D.M. & BENFICA, C.E.R.T. 2012. Conservation, management and expansion of protected and non-protected tropical forest remnants through population density estimation, ecology and natural history of top predators: case studies of birds of prey (*Spizaetus taxon*). In: Sudarshana, P.; Nageswara-Rao, M. & Soneji, J.R. (Eds.), *Tropical forests*. InTech, Rijeka, Croatia, p.359-388.

CARVAJAL, Maria Alejandra Martin Ez. Ecotourists: profile and implications for the marketing strategy. *Masters of Management Sciences - Université Du Québec à Montreal (Cabadá)*, august 2013, p. 272, p. 197.

CARVALHO, C.E.A.; DINIZ, M.G.; GARCIA, F.I.A. & CARVALHO FILHO, E.P.M. 2009. Registro do caneleiro-bordado *Pachyramphus marginatus* no leste de Minas Gerais, Brasil. In: Simon, J.E.; Raposo, M.A.; Stopiglia, R. & Peres, J. (Eds.), *XVII Congresso Brasileiro de Ornitologia - Resumos*. Sociedade Brasileira de Ornitologia, Tec Art, São Paulo, Brazil, p.80.

CARVALHO, N.O. Hidrossedimentologia prática. 2 ed rev. Atual. e ampliada. Rio de Janeiro: Interciência, 2008.

CARVALHO, R. P. B. Geoindicadores físico-ambientais aplicados na avaliação da conectividade de bacias hidrográficas e seus efeitos em sistemas urbanos: O exemplo das bacias do Rio Grande e do Rio Anil

(município do Rio de Janeiro). 2017. 272f. Tese (Doutorado), Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Geografia. Rio de Janeiro, 2017.

CASO, A.; C. LOPEZ-GONZALEZ; E. PAYAN; E. EIZIRIK; T. DE OLIVEIRA; R. LEITE-PITMAN; M. KELLY & C. VALDERRAMA. 2008. *Panthera onca*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T15953A5327466. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T15953A5327466.en>

CASO, A.; T. DE OLIVEIRA & S. V. CARVAJAL. 2015. *Herpailurus yagouaroundi*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T9948A50653167. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-.RLTS.T9948A50653167.en.2015>.

CASSIMIRO J., MARTINS W.P. 2011. *Polychrus marmoratus* Common Monkey Lizard, Bicho-preguiça). Predation. Herpetological Review, 42: 432-433.

CASTELNAU, F. de. 1949. Expedição às regiões centrais da América do Sul. Companhia Editora Nacional, São Paulo, Brasil.

CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J.; DIAS, M. A. F. S. (Org.). Tempo e clima no Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

CAZELLI, H., MOURA, M.R. 2012. First record of *Itapotihyla langsdorffii* (Duméril and Bibron, 1841) (Amphibia: Hylidae) from a Cerrado region in Minas Gerais state, Brazil. Check List 8: 510-512.

CERVANTES, A. L.; BERGAMASCO, A.; CARDOSO, C. Diretrizes para o programa de uso público do Instituto Florestal do Estado de São Paulo – SMA. In: Anais do 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas. Revista do Instituto Florestal, Parte 4, Ed. Especial, março de 1992, p.1076-1080.

CHIESURA, A, The role of urban parks for the sustainable city. Landscape and Urban Planning 68 (2004) 129-138, p. 179-180.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia, 13 ed. São Paulo: E. Blucher, 2011. 188 p.

CIRCUITO TURÍSTICO TRILHAS DO RIO DOCE. Disponível em <http://www.trilhasdoriodoce.com.br/governador-valadares>. Acesso: 14.11.2018.

CLAVAL, Paul. *A geografia cultural*; tradução de Luiz Fugazzola Pimenta & Margareth de Castro Pimenta, 2 ed., - Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001, 453 p.

CNCFlora, 2013 - Centro Nacional de Conservação da Flora. Livro Vermelho da Flora do Brasil.

COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (CEPAL). Manual para la Evaluación de Desastres. CEPAL, 2014.

COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (CEPAL). Manual para la Evaluación del Impacto Socioeconômico y Ambiental de los Desastres. CEPAL, 2003.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). Sistema de Informações de Águas Subterrâneas: SIAGAS. Disponível em <[http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/visualizar\\_mapa.php](http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/visualizar_mapa.php)>. Acesso em 05de novembro de 2018.

CONAMA. Resolução nº 13 de 06 de dezembro de 1990. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res1390.html>. Acesso: 23 nov. 2018.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICAS AMBIENTAIS DE MINAS GERAIS (COPAM). 2008. Deliberação normativa conjunta COPAM/CERH-MG No.1, de 5 de maio de 2008.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). 2005. Resolução No. 357 de 17 de março de 2005, alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011.

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: relatório final. Consórcio Ecoplan-Lume, 2010. 1 v. Disponível em: <[www.cbhdoce.org.br/wp-content/uploads/2014/10/PIRH\\_Doce\\_Volume\\_I.pdf](http://www.cbhdoce.org.br/wp-content/uploads/2014/10/PIRH_Doce_Volume_I.pdf)>. Acesso em: 2 novembro de 2018.

COPAM - Conselho de Política Ambiental. 2010. Deliberação Normativa COPAM no 147, de 30 de abril de 2010: Aprova a Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna do Estado de Minas Gerais.

COPAM, 2008 - CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL, MINAS GERAIS. Deliberação COPAM nº 367, de 15 de dezembro de 2008. Aprova a Lista das Espécies Ameaçadas de Extinção da Flora do Estado de Minas Gerais. (Publicação - Diário do Executivo - “Minas Gerais” - 17/12/2008).

Costa H.C., Pinto R.R., Santana D.J. 2009 Reptilia, Leptotyphlopidae, Leptotyphlops salgueiroi Amaral, 1954: Distribution extension and geographic variation. Check List, 5: 783–786.

COSTA, A. T. Geoquímica das águas e dos sedimentos da Bacia do Rio Gualaxo do Norte, leste –Sudeste do Quadrilátero Ferrífero (MG): estudo de uma área afetada por atividade de extração mineral. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto, 2001.

COSTA, H.C., BERNILS, R.S. 2018. Répteis do Brasil e suas Unidades Federativas. Herpetologia Brasileira 7: 11-57.

COSTA, H.C., DE REZENDE, D.T., MOLINA, F.B., NASCIMENTO, L.B., LEITE, F.S.F., FERNANDES, A.P.B. 2015. New distribution records and potentially suitable areas for the threatened snake-necked turtle *Hydromedusa maximiliani* (Testudines: Chelidae). Chelonian Conservation and Biology 14: 88–94.

COSTA, H.C., MOURA, M.R., FEIO, R.N. 2013. Taxonomic revision of *Drymoluber* Amaral, 1930 (Serpentes: Colubridae). Zootaxa 3716: 349–394.

COSTA, H.C., SÃO-PEDRO, V.A., SILVA, D.P. 2016. Climatically suitable habitats under current and future scenarios for a potentially threatened snake. Neotropical Biology and Conservation 11: 13–23.

COSTA, Samuel Andrade Neves. Áreas de Proteção Especial - Melhor conhecê-las, para melhor defendê-las. Disponível em: [https://www.jurisway.org.br/v2/dhall.asp?id\\_dh=12272](https://www.jurisway.org.br/v2/dhall.asp?id_dh=12272). Acesso em: 12 nov. 2018.

CPRM/ANA. Monitoramento especial da bacia do Rio Doce. Relatório 1-Acompanhamento da onda de cheia. CPRM, Belo Horizonte- MG, Dezembro. 2015a. Disponível em < [www.cprm.org.br](http://www.cprm.org.br)>. Acesso em: 2 de novembro de 2018.

CPRM/ANA. Monitoramento especial da bacia do Rio Doce. Relatório 2-Geoquímica. CPRM, Belo Horizonte- MG, Dezembro, 2015b. Disponível em [www.cprm.org.br](http://www.cprm.org.br). Acesso em: 2 de novembro de 2018.

CRIA (Centro de Referência e Informação Ambiental). 2018. Specieslink - simple search. Disponível em <http://www.splink.org.br/index> (Acesso em 11/11/2018).

CUNHA, S. B. Geomorfologia Fluvial. In: Cunha;S. B; Guerra; A. J. T.. (Org.). Geomorfologia: Exercícios Técnicas e Aplicações. 5ªed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil Ltda, 2011, v. , p. 157-189.

CUNHA, S. B. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, A. T.; CUNHA, S. B. (Org.). Geomorfologia: Uma atualização de Bases e Conceitos. 7ªed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007, p. 211-252.

DARDOT, Pierre ; LAVAL, Christian. Comum: ensaio sobre a revolução do século XXI, São Paulo: Boitempo, 2017.

DEMATTEO, K., MICHALSKI , F. & LEITE-PITMAN, M.R.P. 2011. *Speothos venaticus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2011: e.T20468A9203243. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2011-2.RLTS.T20468A9203243.en>. Downloaded on 25 November 2018.

DIAS, Carlos Alberto. O Rio Doce como espaço de esporte e lazer. 3º Congresso de Ciências da Saúde, 12ª Semana de Iniciação Científica e 3ª Semana de Extensão - UnilesteMG "Inovação a serviço da vida e ambientes saudáveis." Coronel Fabriciano-MG - 12/09/2011 a 14/09/2011.

DIEGUES, Antônio Carlos S. Etnoconservação da natureza: enfoques alternativos. In: Diegues, A. C. (org.). *Etnoconservação: novos rumos para a proteção da natureza nos trópicos*. São Paulo: Ed. Hucitec, 2000, 290p.

DIEGUES, ANTONIO CARLOS SANT'ANA. O mito moderno da natureza intocada. 5. ed. São Paulo: Hucitec, 2004.

DRUMMOND, G. M.; A. B. M. MACHADO; C. S. MARTINS; M. P. MENDONÇA & J. R. STEHMANN. 2008. Lista vermelha das espécies de fauna e flora ameaçadas de Minas Gerais. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte.

DUMAZEDIER, J. Sociologia empírica do lazer. São Paulo: Perspectiva, 1979.

ECOLOGY & ENVIRONMENT DO BRASIL. 2018. Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos. Relatório Parcial. Junho de 2018.

ELETOBRAS . Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH). Diagnóstico das condições sedimentológicas dos principais rios brasileiros. Rio de Janeiro: Eletrobras, 1992.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Espírito Santo. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1978.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema Brasileiro de classificação de solos - SiBCS. Rio de Janeiro: Embrapa solos, 2018. Disponível em <<https://www.embrapa.br/solos/sibcs>>. Acesso 09 novembro de 2018.

ENCARNAÇÃO, L.C. 2010. Reavaliação do status taxonômico de *Dendropsophus elegans* (Wied-Neuwied, 1824) (Amphibia: Anura: Hylidae). Dissertação apresentada ao Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia para a obtenção do Título de Mestre em Zoologia pelo Programa de Pós-Graduação em Diversidade Animal. 103 pp.



ESRI. 2016. ArcGIS professional GIS for desktop: Release 10.5. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.

EUROPEAN COMMISSION (EC). 2001. DECISION 2455/2001/EC of the European Parliament and of the Council of 20 November 2001 establishing the list of priority substances in the field of water policy and amending Directive 2000/60/EC. Annex 10, Table 1: List of priority substances in the field of water policy.

FAMELLI, S., ADRIANO, L.R., PINHEIRO, S.C.P., SOUZA, F.L., BERTOLUCI, J. 2014. Reproductive Biology of the Freshwater Turtle *Hydromedusa maximiliani* (Chelidae) from Southeastern Brazil. *Chelonian Conservation and Biology* 13: 81–88.

FAMELLI, S., BERTOLUCI, J., MOLINA, FLÁVIO DE BARROS, MATARAZZO-NEUBERGER, W. M. 2011. Structure of a Population of *Hydromedusa maximiliani* (Testudines, Chelidae) from Parque Estadual da Serra do Mar, an Atlantic Rainforest Preserve in Southeastern Brazil. *Chelonian Conservation and Biology* 10: 132-137.

FAMELLI, S., PIACENTINI PINHEIRO, S.C., SOUZA, F.L., CHIARAVALLLOTI, R.M., BERTOLUCI, J. 2012. Population Viability Analysis of a Long-Lived Freshwater Turtle, *Hydromedusa maximiliani* (Testudines: Chelidae). *Chelonian Conservation and Biology* 11: 162–169.

FAMELLI, SHIRLEY, FRANCO L. SOUZA, ARTHUR GEORGES AND JAIME BERTOLUCI. 2016. Movement patterns and activity of the Brazilian snake-necked turtle *Hydromedusa maximiliani* (Testudines: Chelidae) in southeastern Brazil. *Amphibia-Reptilia* 37: 215-228.

FELICORI, T.C., S.N.P. OLIVEIRA, S.N.S. SANTOS, J.S. SOARES, C.B. CARVALHO. 2018. Mapeamento e diagnóstico ambiental das nascentes do Monumento Natural Estadual Pico da Ibituruna. XIV Simpósio Italo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental.

FELICORI, Thaís De Carvalho et al. Mapeamento e Diagnóstico Ambiental das Nascentes do Monumento Natural Estadual Pico da Ibituruna. XIV Seminário Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Foz do Iguaçu, 2018.

FELIPPE, M. F.; COSTA, A.; FRANCO, R.; MATOS, R. A Tragédia do Rio Doce: A Lama, O Povo e a Água. Relatório de Campo e Interpretações Preliminares Sobre as Consequências do Rompimento da Barragem de Rejeitos de Fundão (Samarco/Vale/BHP). Geografias, Belo Horizonte, edição Especial Vale do Rio Doce, p. 63-94, 2016a.

FELIPPE, M. F.; COSTA, A.; JÚNIOR, R. F.; MATOS, R. E. S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. Acabou-se o que era Doce: notas geográficas sobre a construção de um desastre ambiental. In: MILANEZ, B.; LOSEKANN, C. (org.). Desastre no Vale do Rio Doce: antecedentes, impactos e ações sobre a destruição. Rio de Janeiro: Folio Digital: Letra e Imagem, 2016. p. 125-159.

FERREIRA, Adilson Teles. Características da Trilha da Embratel no Monumento Natural Estadual Pico da Ibituruna – MNEPI em Governador Valadares-MG. Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental do IFMG, campus Governador Valadares. Minas Gerais, 2016.

FERREIRA, Lucia da C. A floresta intransitiva: conflitos e negociações na mata atlântica, SP. (*Tese de doutorado*). IFCH-Unicamp, Campinas, 1996, 196p.

FERREIRA, Marcos César. Procedimento metodológico para modelagem cartográfica e análise regional de epidemias de dengue em sistema de informação geográfica. (*Tese de Livre-Docência*), Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, UNICAMP, 2003.

Filogonio, R., CANELAS, M.A.S. 2015. Geographic distribution: *Leptodactylus thomei*. *Herpetological Review* 46: 213.

FJP, Fundação João Pinheiro; Centro de Estatística e Informações. Economia do Turismo de Minas Gerais 2010-2014. Belo Horizonte, 2017. Disponível em: < <http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/produtos-e-servicos/1/3802-economia-do-turismo-de-minas-gerais>>. Acesso 08. 11.2018.

FRANÇA, F.G.R., ARAÚJO, A.F.B. 2006. The conservation status of snakes in central Brazil. *South American Journal of Herpetology* 1: 25–36.

FRAGOSO-MOURA, E.N., OPORTO, L.T., MAIA-BARBOSA, P.M. BARBOSA, F.A.R. Loss of biodiversity in a conservation unit of the Brazilian Atlantic Forest: the effect of introducing non-native fish species. *Brazilian Journal of Biology*, 76:18-27. 2016.

FRANCO, B.P. 2003. Anfíbios anuros da Apa do Pico do Ibituruna e entorno de Governador Valadares: composição da comunidade em diferentes habitats e altitudes. Monografia apresentada à Universidade Vale do Rio Doce, como parte das exigências do Curso de Ciências Biológicas, para obtenção parcial do título de Bacharel em Ciências Biológicas. 25pp.

FREIREYSS, G. W. 1906. Viagem ao interior do Brasil nos anos de 1814-1815 pelo naturalista G. W. Freireyss. *Revista do Instituto Historico e Geographico de São Paulo*: 72.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (FEAM). Mapa de solos do estado de Minas Gerais. Belo Horizonte. Belo Horizonte: FEAM, 2010. Disponível em: <<http://www.feam.br/noticias/1/949-mapas-de-solo-do-estado-de-minas-gerais>> Acesso em: 09 dezembro 2018.

\_\_\_\_\_(FEAM). Manual de procedimentos analíticos para determinação de VRQ de elementos-traço em solos do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: FEAM, 2013.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Centro de Estatística e Informações. Perfil demográfico do Estado de Minas Gerais - 2002. – Belo Horizonte, 2003.

FUNDAÇÃO RENOVA, 2018. Plano de Trabalho para Estudos de Avaliação dos Impactos gerados pelo rompimento da Barragem de Fundão nas Unidades de Conservação – Revisão 2. Belo Horizonte.

GARDNER, A. L. 2008. *Mammals of South America*, volume 1: marsupials, xenarthrans, shrews, and bats. University of Chicago Press.

GASPARINI, J.L., ALMEIDA, A.P., CRUZ, C.A.G., FEIO, R.N. 2007. Anfíbios. p. 75-86 In M. Passamani and S.L. Mendes (org.). *Livro de Espécies Ameaçadas de Extinção no Espírito Santo*. Vitória: IPEMA.

GEERTZ, Clifford. Uma descrição densa: por uma teoria interpretativa da cultura. In: *A Interpretação das Culturas*. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2001.

GEOBASES - SISTEMA INTEGRADO DE BASES GEOESPACIAIS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. Solos do Espírito Santo – 2016. Mapa Exploratório de Solos do Radam Brasil: escala 1:250.000. Vitória:

Governo do Estado do Espírito Santo. Disponível em < <https://geobases.es.gov.br/links-para-mapas>>. Acesso em 10 novembro de 2018.

GOLDER ASSOCIATES 2016b. Update on water and sediment quality in coastal zone following the Fundão tailings dam breach. June 2016. MT-040\_159-515-2282\_00-B\_en

GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA. Memorando técnico MT- 023\_159-515-2282\_01-B. Rompimento da Barragem de Fundão – caracterização geoquímica de rejeitos de fonte e de rejeitos depositados (base de dados secundária). Belo Horizonte: Golder Associates, 2016.

\_\_\_\_\_. Memorando Técnico MT-032\_159-515-2282\_00-B. Atualização da qualidade da água e sedimentos na zona costeira após o rompimento da barragem de rejeitos de Fundão. Belo Horizonte: Golder Associates, 2016A, 2016b.

\_\_\_\_\_. Relatório técnico RT-023\_159-515-2282\_00-J. Avaliação dos impactos no meio físico resultantes do rompimento da Barragem de Fundão. Belo Horizonte: Golder Associates, 2016.

GOLDER ASSOCIATES. 2017. Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos. Relatório Técnico.

GONELLA, P.M.; RIVADAVIA, F. & FLEISCHMANN, A. 2015. *Drosera magnifica* (Droseraceae): the largest New World sundew, discovered on Facebook. *Phytotaxa*, 220:257-267.

GOOGLE EARTH PRO. Banco de imagens de satélite (2018). Disponível em < <https://www.google.com/earth/download/gep/agree.html>> Acesso em 05 de novembro de 2018.

GOUNELLE, E. 1909. Contribution à l'étude de la distribution géographique des trochilidés dans le Brésil central et oriental. *Ornis* 13: 173–183.

GRABOSKI R., PEREIRA FILHO G.A., SILVA A.A.A., PRUDENTE A.L.C., ZAHER H. 2015. A new species of *Amerotyphlops* from Northeastern Brazil, with comments on distribution of related species. *Zootaxa*, 3920: 443–452.

GRAIPEL, M. E.; J. J. CHEREM; E A. MONTEIRO FILHO & A. P. CARMIGNOTTO. 2017. Mamíferos da Mata Atlântica. In *Revisões em Zoologia: Mata Atlântica*. Monteiro Filho, E. L. A. & Conte, C. E. (Orgs). Curitiba, Editora UFPR.

GRILLITSCH, B. & L. SCHIESARI. 2010. The ecotoxicology of metals in reptiles. Pp 341-451 In: Sparling, D.W., G. Linder & C.A. Bishop (eds): *Ecotoxicology of Amphibians and Reptiles*, 2nd edition. Pensacola, Florida, USA. SETAC Press (Society for Environmental Toxicology and Chemistry).

GROSSI SAD, J. H. Geoquímica e origem da formação Ferrífera do Grupo Guanhães, distrito de Guanhães, MG, Brasil. In: CONG. BRAS. GEOL., 36, 1990. Natal. Anais... Natal: SBGNE, 1990, v. 3, p. 1241-1253.

GUEDES T.B., NUNES G.S.S., PRUDENTE A.L.C., MARQUES O.A.V. (2011) New records and geographical distribution of the Tropical Banded Treesnake *Siphlophis compressus* (Dipsadidae) in Brazil. *Herpetology Notes* 4: 341–346.

GUIMARÃES, Cristiana Maria de Oliveira. O patrimônio cultural de Governador Valadares (MG): algumas reflexões. *Revista CPC*, São Paulo, n.5, p. 37-52, nov. 2007/abril 2008, p. 46.

HAESBAERT, R. O Mito da Desterritorialização: do “fim dos territórios” à multiterritorialidade. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004, p. 71.

HALL, C.M.; PAGE S. J. Managing Urban Tourism. Pearson Education: Harlow. 2002.

HALSETH. G. The “cottage” privilege: increasingly elite landscape of second homes in Canada. In: Hall, C. M. & Muller, D. K. (ed.) Tourism, Mobility, and Second Homes: Between Elite Landscape and Common Ground. Chanel View Publ., 2004, 35-54.

HARVEY, D. Cidades Rebeldes, São Paulo: Martins Fontes, 2014.

HENRIQUES, DIRLEY JOAQUIM. Uso e Ocupação na Área de Proteção Ambiental Ibituruna e Políticas Públicas de Defesa do Meio Ambiente. Monografia de conclusão do curso de pós-graduação Lato Sensu em Gestão Integrada do Território e do Patrimônio Cultural. Faculdade de Ciências Educação e Letras - FACE. Governador Valadares, 2009.

HOGAN, Daniel Joseph. Marandola Jr, Eduardo. Vulnerabilidade a Perigos Naturais nos Estudos de População e Ambiente. In: HOGAN, Daniel Joseph (Organizador). Dinâmica populacional e mudança ambiental: cenários para o desenvolvimento brasileiro. Campinas: Núcleo de Estudos de População-Nepo/Unicamp, 2007.

HYDROBIOLOGY. 2015. Preliminary assessment of potential Samarco tailings toxicity. Memorandum.

HYDROBIOLOGY. 2016. Update on the Potential Human Health and Ecosystem Toxicity Risk of Doce River Sediments and Waters. Memorandum.

IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Laudo Técnico Preliminar – Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da Barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais. Diretoria de Proteção Ambiental – DIPRO Coordenação Geral de Emergências Ambientais – CGEMA, Brasília, DF, 2015. 38 p.

IBAMA. Laudo Técnico Preliminar: Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da Barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais. Brasília, 2015.

IBGE, 2012 - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Sistema fitogeográfico; Inventário das formações florestais e campestres; Técnicas e manejo de coleções botânicas, Procedimentos para mapeamentos. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Rio de Janeiro, RJ.

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2013. Plano de Manejo da Floresta Nacional de Goytacazes, Espírito Santo. 202 p.

ICMBio 2014. Lista das espécies consideradas com Dados Insuficientes (DD). Lista de Espécies Quase Ameaçadas e Com Dados Insuficientes. Available from: <http://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/lista-de-especies-dados-insuficientes>. Acessado em 11 de novembro de 2018.

ICMBio/MMA (Instituto Chico Mendes de Biodiversidade / Ministério do Meio Ambiente). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume VI – Peixes. 1. ed. Brasília, DF, 2018.

ICMBio-IBAMA Roteiro Metodológico: Parque Nacional, Reserva Biológica, Estação Ecológica. 2002. Disponível em <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/roteioparna.pdf>. Acesso: 26 nov. 2018.

IEPHA, 2014, P.249, cf. in MOBILIDADE URBANA E O PICO DO IBITURUNA: A importância da integração entre ponto turístico e cidade através do transporte público. FÓRUM HABITAR 2017 Belo Horizonte/MG - de 08 a 10/11/2017, disponível em <file:///C:/Users/User/Desktop/Sidnei/Servi%C3%A7os/2018/EKOS%20Samarco/bibliografia/73020.pdf>

IGAM – INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. 2018. <http://www.igam.mg.gov.br/>.

IGAM – INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Encarte especial sobre a qualidade das águas do Rio Doce após 2 anos do rompimento de Barragem de Fundão 2015-2017. Belo Horizonte: IGAM, Gerência de Monitoramento de Qualidade das Águas, outubro/2017, 35 p. Disponível em <<http://www3.ana.gov.br/porta/ANA/sala-de-situacao/rio-doce/documentos-relacionados/encarte-qualidade-da-gua-do-rio-doce-dois-anos-apos-rompimento-de-barragem-de-fundao-1.pdf>>. Acesso 23/11/2018.

IHERING, VON H. 1911. Os botocudos do Rio Doce. Revista do Museu Paulista 8: 38–51.

ILHA, P. & L. SCHIESARI. 2014. Lethal and sublethal effects of inorganic nitrogen on gladiator frog tadpoles (*Hypsiboas faber*, Hylidae). Copeia 2014: 221-230.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Centro de Documentação e Disseminação de Informações Base de Informações do Censo Demográfico 2010: Resultados do Universo por setor censitário Documentação do Arquivo Rio de Janeiro 201. Disponível em [http://www.ipea.gov.br/redeipea/images/pdfs/base\\_de\\_informacoes\\_por\\_setor\\_censitario\\_universo\\_censo\\_2010.pdf](http://www.ipea.gov.br/redeipea/images/pdfs/base_de_informacoes_por_setor_censitario_universo_censo_2010.pdf). Acesso: 23 nov. 2018.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL – IPHAN. Site. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/mg/pagina/detalhes/1319>. Acesso em: 03 nov.2018.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS (IEF). 2012. Proposta de criação do Monumento Natural Estadual Pico do Ibituruna.

INSTITUTOS LACTEC. Relatório de Linha-Base: Volume II – Meio Biótico e Bens Arqueológicos e Culturais. Curitiba, 2017.

INSTITUTOS LACTEC. Diagnóstico Socioambiental do Rio Doce – Relatório de Linha-Base. Curitiba, 2017.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Métodos e conceitos para o cálculo do índice de vulnerabilidade social com base nas PNADs e desagregações. Relatório Institucional. Brasília, 2018.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Atlas da Vulnerabilidade Social nos Municípios Brasileiros. Brasília, 2015.

IUCN. 2014. IUCN Red List of threatened species, v. 2014.3, disponível em <http://www.iucnredlist.org>. Acesso em outubro de 2018.

IUCN. 2018. The IUCN Disponível em: <[http://www.birdlife.net/datazone/downloads/red\\_list.txt](http://www.birdlife.net/datazone/downloads/red_list.txt)>. Acesso em: 19 de julho de 2018.

KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. Trace elements in soils and plants. 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 2001.

KOSKI D.A., MERÇON L. (2015) Predation on *Tropidurus torquatus* (Squamata: Tropiduridae) by the Guira Cuckoo *Guira guira* (Aves: Cuculiformes) in the state of Espírito Santo, Southeastern Brazil. *Herpetology Notes*, 8: 35–37.

KRABBE, N. 2007. Birds collected by P.W. Lund and J.T. Reinhardt in south-eastern Brazil between 1825 and 1855, with notes on P.W. Lund's travels in Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Ornitologia* 15: 331–357.

LEFKOVITCH L.P., FAHRIG L. 1985. Spatial characteristics of habitat patches and population survival. *Ecological Modelling* 30: 297–308.

LIMA A.C. (2012) Revisão Taxonômica da Serpente Neotropical *Liophis miliaris* (Linnaeus, 1758) (Serpentes: Colubridae). Universidade Federal do Rio de Janeiro / Museu Nacional, Rio de Janeiro.

LOPES, L.E.; MARÇAL, B.F. & CHAVES, A.V. 2016. The patchy distribution of the Pale-throated Serra-Finch *Embernagra longicauda* (Aves: Thraupidae) in the eastern Brazilian mountaintops: the overlooked campos rupestres of the Rio Doce valley North-western *Journal of Zoology*, 12:373-376.

LOWE-MCCONNELL, R.H. Estudos Ecológicos de Peixes Tropicais. Edusp. 1999.

MACIEL, ROSILENE CONCEIÇÃO. Ibituruna! A Marca de um Território: Design e identidade em apropriações simbólicas da paisagem em Governador Valadares. Núcleo de Estudos Históricos e Territoriais. Programa de Mestrado em Gestão Integrada do Território. Universidade Vale do Rio Doce. Governador Valadares, 2011.

MAFRA, G. A. Sinalização interpretativa como ferramenta de educação patrimonial em parques urbanos: o caso do Parque da Serra do Curral de Belo Horizonte. *Revista Brasileira de Ecoturismo*, São Paulo, v.3, n.2, 2010, pp.315-330, p. 218.

MALDONADO, Wanda T. P. V.; HONORA, Ana Carolina Campos; MARCONDES, Daniella. [Comunidades Tradicionais em Unidades de Conservação de Proteção Integral: o Plano de Manejo traz Soluções para os Conflitos?](#) In: Colóquio Internacional Povos e Comunidades Tradicionais. Estado, Capital e Territórios Tradicionais: dinâmicas territoriais em disputa, IV, 2016, Montes Claros.

MANCUSO, T.C. N. Análise da evolução histórica das vazões e descargas de sedimentos do rio Uruguai no trecho entre Iraí e Uruguaiana. Trabalho de Conclusão do curso de Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), 2014, 82 f.

MARCELLINO, Nelson C. Lazer e cultura: algumas aproximações. In: MARCELLINO, N. C. Lazer e cultura. Campinas. Alínea, 2007. p. 9-30.

MATHEUS, Fabricio Scarpeta; RAIMUNDO, Sidnei. A Gestão e o Desenvolvimento do Ecoturismo nas Áreas Protegidas Estaduais de São Paulo, Brasil. *Anais do Tourism & Management Studies (Tms) Algarve 2013 – International Conference 13-16 Novembro 2013, Algarve, Portugal*

MATSUMURA, M. da S. Avaliação e estudo das emissões de metais pesados pela Barragem de Santarém (Samarco Mineração S. A.) no sistema hídrico da região de Ouro Preto e Mariana. Um estudo da qualidade das águas. 1999. 139 f. Dissertação (Mestrado em Geoquímica Ambiental), Departamento de Geologia, UFOP, Ouro Preto, MG, 1999.

McCORMICK, John. Rumo ao Paraíso: A História do Movimento Ambientalista. Tradução de Marco Antonio Esteves da Rocha e Renato Aguiar. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1992, 214p.



MDGEO. Estudo Hidrogeológico: mapa potenciométrico da região de Linhares/ES. Proj. MDGEO - contrato Fund. RENOVA no 4500170624, nov. 2016.

MELLO-SILVA, R. 2018. Land of the Giants. Remarkable botanical findings highlight a new area for conservation in Brazil. *Rodriguésia*, 69:933-937.

MENDES, S.L., DE OLIVEIRA, M.M., MITTERMEIER, R.A. & RYLANDS, A.B. 2008. *Brachyteles hypoxanthus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T2994A9529636.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MILANO, M. S. Unidades de Conservação. Conceitos básicos e princípios gerais de planejamento, manejo e administração. In: Curso de Manejo de Áreas Naturais Protegidas. Curitiba: UNILIVRE. 1997, p.1-60.

MILANO, M. S. Unidades de conservação: técnica, lei e ética para a conservação da biodiversidade. In: BENJAMIM, A. H. (coord.). Direito ambiental das áreas protegidas: o regime jurídico das unidades de conservação. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2001.

MINAS GERAIS (ESTADO). Constituição do Estado de Minas Gerais. – 20. ed. – Belo Horizonte: Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais, 2018. 426 p. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/export/sites/default/consulte/legislacao/Downloads/pdfs/ConstituicaoEstadual.pdf>. Acesso em: 10 nov 2018.

MINAS GERAIS (ESTADO). Decreto nº 22.662, de 14 de janeiro de 1983. Define como de proteção especial, para preservação de mananciais e do patrimônio histórico e paisagístico, área de terreno situada no pico do Ibituruna, Município de Governador Valadares. Disponível em: <https://sogi8.sogi.com.br/Arquivo/Modulo113.MRID109/Registro32216/documento%201.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2018.

MINAS GERAIS (ESTADO). Lei nº 18.030, de 12 de janeiro de 2009. Dispõe sobre a distribuição da parcela da receita do produto da Arrecadação do ICMS pertencente aos municípios. Disponível em: [http://www.fazenda.mg.gov.br/empresas/legislacao\\_tributaria/leis/2009/18030\\_2009.htm](http://www.fazenda.mg.gov.br/empresas/legislacao_tributaria/leis/2009/18030_2009.htm). Acesso em: 28 dez. 2018.

MINAS GERAIS (ESTADO). Lei nº 19.484, de 12 de janeiro de 2011. Altera a Lei nº 14.309, de 19 de junho de 2002, que dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado. Disponível em: [http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=15754#\\_ftn3](http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=15754#_ftn3). Acesso em: 06 nov. 2018

MINAS GERAIS (ESTADO). Lei nº 20.922, de 16 de outubro de 2013. Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado. Diário do Executivo. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=30375>. Acesso em: 06 nov. 2018

MINAS GERAIS (ESTADO). Lei nº 21.158, de 17 de janeiro de 2014. Estabelece os limites do Monumento Natural Estadual Pico do Ibituruna, no Município de Governador Valadares, e dá outras providências. Disponível em: <http://leisestaduais.com.br/mg/lei-ordinaria-n-21158-2014-minas-gerais-estabelece-os-limites-do-monumento-natural-estadual-pico-do-ibituruna-no-municipio-de-governador-valadares-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 12 nov.2018.

MINAS GERAIS (ESTADO). Proposta de Criação do Monumento Natural Estadual Pico da Ibituruna. Belo Horizonte, janeiro de 2012.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. 2014. Lista Nacional das Espécies Fauna Ameaçados de Extinção. Portarias nº. 444/2014 de 17 de dezembro de 2014. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF.

MOBILIDADE URBANA E O PICO DO IBITURUNA: A importância da integração entre ponto turístico e cidade através do transporte público. FÓRUM HABITAR 2017 Belo Horizonte/MG - de 08 a 10/11/2017, disponível em <file:///C:/Users/User/Desktop/Sidnei/Servi%C3%A7os/2018/EKOS%20Samarco/bibliografia/73020.pdf>

MORAES, Leonardo, disponível em <http://leonardomoraes.blogspot.com/2011/05/acucareira.html>

Moraes, P. L. R. de, S. de Smedt, & M. Hjertson. 2014. Notes on the Brazilian plants collected by Georg Wilhelm Freyreiss and published by Carl Peter Thunberg in plantarum brasiliensium. Harvard Papers in Botany 19: 123–132.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: Uma compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. Ciência & Educação, 9(2), 191-211, 2003.

MOREIRA, Jasmine C. Geoturismo e interpretação ambiental. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2014. 157p. , p. 92.

MOREIRA-LIMA, L. 2013. Aves da Mata Atlântica: riqueza, composição, status, endemismos e conservação (tese). Universidade de São Paulo, São Paulo, Brazil.

MOURA M.R., DAYRELL J.S., São-Pedro V. de A. (2010) Reptilia, Gymnophthalmidae, *Micrablepharus maximiliani* (Reinhardt and Lutken, 1861): Distribution extension, new state record and geographic distribution map. Check List, 6: 419–426.

MPF – MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL. Diagnóstico socioambiental dos danos decorrentes do rompimento da Barragem de Fundão na bacia do Rio Doce: Resumo Executivo. Curitiba (PN): Institutos Lactec, 2017, 172 p.

MPF – MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL. Diagnóstico socioambiental dos danos decorrentes do rompimento da Barragem de Fundão na bacia do Rio Doce: Volume I. Curitiba (PN): Institutos Lactec, 2017a, 1375 p.

MULLER, D. K. Second homes in Sweden: patterns and issues. In: Hall, C. M. & Muller, D. K. (ed.) Tourism, Mobility, and Second Homes: Between Elite Landscape and Common Ground. Chanel View Publ., 2004, 244-259.

NARVAES, P., RODRIGUES, M.T. 2009. Taxonomic revision of *Rhinella granulosa* species group (Amphibia, Anura, Bufonidae), with a description of a new species. Arquivos de Zoologia 40: 1–73.

NASCIMENTO, Elimar; ARAÚJO, Helena. O jogo da inclusão e exclusão na dinâmica da sociedade moderna. In: Marta Irving; Camila Rodrigues; Andrea Rabinovici; Helena Costa (orgs.). Turismo, áreas protegidas e inclusão social: diálogos entre saberes e fazeres. Rio de Janeiro: Folio Digital, 2015, pp. 81-112.

NASCIMENTO, F. O. & A. Feijó. 2017. Taxonomic revision of the tigrina *Leopardus tigrinus* (Schreber, 1775) species group (Carnivora, Felidae). Papéis Avulsos de Zoologia, v. 57, n. 19, p. 231-264.

NASCIMENTO, L.B, FEIO, R.N. 1999. *Hyla elegans*. Geopgraphic Distribution. Herpetological Review 30: 50.

NASCIMENTO, L.B., FEIO, R.N., Cruz, C.A.G. 2005. A new species of diurnal frog in the genus *Crossodactylus* Duméril & Bibron, 1841 (Anura, Leptodactylidae) from southeastern Brazil. *Amphibia-Reptilia* 26: 497-505.

NAVEDA, A., DE THOISY, B., RICHARD-HANSEN, C., TORRES, D.A., SALAS, L., WALLANCE, R., CHALUKIAN, S. & DE BUSTOS, S. 2008. *Tapirus terrestris*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T21474A9285933. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T21474A9285933.en>. Downloaded on 25 November 2018

NEIMAN, Z. A educação ambiental através do contato com a natureza. Tese (Doutorado em psicologia) – Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. 239 f.

NUNES, A. V.; E. M. DE S LIMA & D.A COELHO, 2005. Levantamento da mastofauna de um fragmento de Mata Atlântica da Área de Preservação Ambiental (APA) do Pico do Ibituruna. Governador Valadares, MG. Trabalho de conclusão de curso, Universidade do Vale do Rio Doce (UNIVALE).

OBSERVATÓRIO DE TURISMO. <https://www.observatorioturismo.mg.gov.br/economia-do-turismo>. Acesso: 07.11.2018.

OLDEN, J.D. 2006. Biotic homogenization: a new research agenda for conservation biogeography. *Journal of Biogeography*, 33:2027-2039.

ONIKI, Y. & WILLIS, E.O. 2002. Bibliography of Brazilian birds: 1500-2002. Divisa Editora, Rio Claro, Brazil.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). Applying strategic environmental assessment: good practice guidance for development co-operation. OECD, 2006.

PACHECO, J. F. & R PARRINI. 1999. A atividade naturalística de Herbert Franzoni Berla (1912-1985), ornitólogo e acarologista do Museu Nacional. *Atualizadas Ornitológicas*, 87/

PACHECO, J.F. & C. BAUER (1995) Adolf Schneider (1881-1946): alguns dados sobre a vida e a obra do chefe da expedição de 1939 do Museu de Ciências Naturais de Berlim que trouxe Helmut Sick para o Brasil. *Atualidades Ornitológicas* 65: 10-12.

PACHECO, R. ; RAIMUNDO, S. Parques urbanos e o campo dos estudos do lazer: propostas para uma agenda de pesquisa. *Revista Brasileira de Estudos do Lazer*, v. 1, p. 43-66, 2015.

PANOSO, L. A. (Coord.). Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Espírito Santo. Escala 1:400.000. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, Boletim n.º 45, 1978. 461 p.

PAPAVERO, N. 1971. Essays on the History of Neotropical Dipterology: with special reference to collectors (1750-1905). Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brazil.

PAPWORTH, S. K.; RIST, J.; COAD, L.; MILNER-GULLAND, & E. J. Evidence for shifting baseline syndrome in conservation. *Conservation Letters* 2, p. 93-100. 2009.

PARKER, T.A., III; STOTZ, D.F. & FITZPATRICK, J.W. 1996. Ecological and distributional databases. In: Stotz, D.F.; Fitzpatrick, J.W.; Parker, T.A., III & Moskovits, D.K. (Eds.), *Neotropical birds: ecology and conservation*. University of Chicago Press, Chicago, USA, p.113-436.

PASSOS P., CARAMASCHI U., Pinto R.R. (2005) Rediscovery and redescription of *Leptotyphlops salgueiroi* Amaral, 1954 (Squamata, Serpentes, Leptotyphlopidae). *Boletim do Museu Nacional, Nova Série, Zoologia*, 520: 1–10.

PASSOS, P., U. CARAMASCHI AND R.R. PINTO. 2006. Redescription of *Leptotyphlops koppesi* Amaral, 1954, and description of a new species of the *Leptotyphlops dulcis* group from Central Brazil Notes on Geographic Distribution Check List, Campinas, 5(4): 783–786, December, 2009. 786 (Serpentes: Leptotyphlopidae). *Amphibia-Reptilia* 27: 347-357.

PATTON, J. L.; U. F. J. PARDIÑAS & G. D'ELIA. 2015. *Mammals of South America, volume 2: Rodents*. University of Chicago Press, 2015.

PAULY, D. Anecdotes and the shifting baseline syndrome of fisheries. *TREE*, vol 10, no 10, p. 430. 1995.

PAYNTER, R.A., JR. & TRAYLOR, M.A., Jr. 1991. *Ornithological gazetteer of Brazil*, 2 vols. Museum of Comparative Zoology, Cambridge, USA.

PEDROSA-SOARES, A.C., Noce, C.M., Alkmim, F.F., Silva, L.C., Babinski, M., Cordani, U., Castañeda, C. 2007. Orógeno Araçuaí: síntese do conhecimento 30 anos após Almeida 1977. *Geonomos*, 15 (este número).

PELLIN, A.; SCHEFFLER, S. M.; FERNANDES, H. M. Planejamento e implantação de trilha interpretativa autoguiada na RPPN Fazenda da Barra (Bonito, Mato Grosso do Sul, Brasil). *Revista Nordestina de Ecoturismo*, Aracaju, v.3, n.1, maio, 2010, p. 15.

PENHA, THALES VAZ. Manual de utilização de dados censitários em SIG. Semana de Monitoria - Agenda Acadêmica/UFF - 2014.

PESS - PARQUE ESTADUAL SETE SALÕES. Relatório Anual de Atividades de 2017. Conselheiro Pena (MG): Instituto Estadual de Florestas, 2018, 71 p.

PIACENTINI, V.Q.; ALEIXO, A.; AGNE, C.E.; MAURÍCIO, G.N.; PACHECO, J.F.; BRAVO, G.A.; BRITO, G.R.R.; NAKA, L.N.; OLMOS, F.; POSSO, S.R.; SILVEIRA, L.F.; BETINI, G.S.; CARRANO, E.; FRANZ, I.; LEES, A.C.; LIMA, L.M.; PIOLI, D.; SCHUNCK, F.; AMARAL, F.R.; BENCKE, G.A.; COHN-HAFT, M.; FIGUEIREDO, L.F.A.; STRAUBE, F.C. & CESARI, E. 2015. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 23:91-298.

PINTO R.R., FERNANDES R. 2012. A New Blind Snake Species of the Genus *Tricheilostoma* from Espinhaço Range, Brazil and Taxonomic Status of *Rena dimidiata* (Jan, 1861) (Serpentes: Epictinae: Leptotyphlopidae). *Copeia* 2012: 37–48.

PINTO, O. M. de O. 1945. Cinquenta anos de investigação ornitológica. *Arquivos de Zoologia* IV: 261–340.

PINTO, O. M. de O. 1950. Peter W. Lund e sua contribuição à ornitologia Brasileira. *Papéis Avulsos do Departamento de Zoologia*, 9: 269–284.

PINTO, O. M. de O. 1952. *Súmula Histórica e Sistemática da Ornitologia de Minas Gerais*. *Arquivos de Zoologia do Estado de São Paulo*, 8: 51.

PINTO, O. M. de O. 1979. A ornitologia do Brasil através das idades (século XVI a século XIX). *Brasiliensia Documenta* 13: 1–117.

PINTO, O.M.O. 1938. Catálogo das aves do Brasil e lista dos exemplares que as representam no Museu Paulista. 1a parte: Aves não Passeriformes e Passeriformes não Oscines excluía a fam. Tyrannidae e seguintes. Revista do Museu Paulista, 22:i-xviii + 1-566.

PINTO, O.M.O. 1944. Catálogo das aves do Brasil e lista dos exemplares existentes na coleção do Departamento de Zoologia, 2a parte. Ordem Passeriformes (continuação): superfamília Tyrannoidea e subordem Passeres. Departamento de Zoologia, Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio, São Paulo, Brazil.

PINTO, O.M.O. 1945. Cinquenta anos de investigação ornitológica. Arquivos de Zoologia, 4:261-340.

PINTO, O.M.O. 1952. Súmula histórica e sistemática da ornitologia de Minas-Gerais. Arquivos de Zoologia, 8:1-51.

PINTO, O.M.O. 1964. Ornitologia Brasiliense: catálogo descritivo e ilustrado das aves do Brasil, vol. 1. Departamento de Zoologia da Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo, São Paulo, Brazil.

PMQQS - PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTOS DA FUNDAÇÃO RENOVA. Relatório Parcial - 3474-01-MQA-RL-0001-00, Junho de 2018, 102p.

PMQQS - PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTOS DA FUNDAÇÃO RENOVA. Dados Brutos de hisrossedimentologia e qualidade da água. de Anual\_validadores aplicados, 2018b

POSEY, D.A. (ed.). Cultural and spiritual values of biodiversity. Nairobi: UNEP and Intermediate Technology Publications. 1999.

PREFEITURA MUNICIPAL DE GOVERNADOR VALADARES. 2011. Plano de manejo do Parque Natural Municipal de Governador Valadares, MG. Encarte II: Diagnóstico.

PRETTY, J. Agri-culture: Reconnecting people, land and nature. London: Earthscan (14) The Intersections of Biological Diversity and Cultural Diversity: Towards Integration. 2002, disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/41025362\\_The\\_Intersections\\_of\\_Biological\\_Diversity\\_and\\_Cultural\\_Diversity\\_Towards\\_Integration](https://www.researchgate.net/publication/41025362_The_Intersections_of_Biological_Diversity_and_Cultural_Diversity_Towards_Integration), acesso em 18/04/2018.

PRINCE, HUGH.. Time and Historical Geography. In: Carlstein, Tommy; Parkes, Don & Thrift, Nigel (edit.). *Making sense of time*. New York: John Wiley & Sons, pp. 17-37. 1978.

PUMAIN, DENISE. Transferring concepts for urban modelling: capture or exchange? In: PORTUGALI J. (ed) 2005, Complex artificial environments, Springer, pp. 71-84. 2005.

QUEIROGA, G. N., et al. Geologia e recursos minerais da folha Nova Venécia SE.24-Y-B-IV, estado do Espírito Santo, escala 1:100.000 / Gláucia Nascimento Queiroga... [et al.]; organizador Luiz Carlos da Silva. – Belo Horizonte: CPRM, 2012.

RAIMUNDO, S.; PACHECO, R.; COSTA, B. M. Construindo um programa de uso público para unidades de conservação em áreas metropolitanas: a experiência dos Parques Naturais Municipais de Itapeverica da Serra e Embu das Artes - RMSP (SP). Olam: Ciência & Tecnologia (Rio Claro. Online), v. 11, p. 196-221, 2011.

REIS, N. R. 2013. Morcegos do Brasil: guia de campo. Rio de Janeiro: Technical Books.

REIS, N. R.; A. L. Peracchi; W. A. Pedro & I. P. de Lima (Eds.). 2006. Mamíferos do Brasil. Londrina - Paraná.

REIS, N. R.; M. N. Fregonezzi; A. L. Peracchi & O. A. Shibatta. 2013. Morcegos do Brasil: guia de campo. Rio de Janeiro: Technical Books, 2013.

RENA, A.M.R.; RONQUETI, E.C.; FREITAS, M.V.; CAMPOS, S.S.A. & MOREIRA, V.A. 2012. Proposta de criação do Monumento Natural Estadual Pico da Ibituruna. Instituto Estadual de Florestas, Belo Horizonte, Brazil.

RIBEIRO, C.D.L. 2009. Descrição espermática do sêmen de rã-pimenta (*Leptodactylus labyrinthicus*). Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, para obtenção do título de Magister Scientiae. 57pp.

ROBIM, M. de J. Análise das características do uso recreativo do Parque Estadual da Ilha Anchieta: uma contribuição ao manejo. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais). Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos (SP), 1999, 161p.

ROCA, Zoran. Introduction. In: Roca, Zoran (ed.) Second Home tourism in Europe: lifestyle issues and policy responses. Surrey: Ashgate Publishing Limited. 2013, pp. XIX-XXV.

RODRIGUES, A. S. de L.; JÚNIOR, H. A. N.; COSTA, A. T.; MALAFAIA, G. Construção de mapas geoquímicos a partir de sedimentos ativos de margens oriundos do Rio Gualaxo do Norte, MG, Brasil. Multi-Science Journal, Instituto Federal Goiano, Goiânia, GO, n. 1, v. 1, p. 70-78, 2015.

RODRIGUES, A.S.L., G. MALAFAIA, A.T. Costa & H.A. NALINI, Jr. 2013. Background values for chemical elements in sediments of the Gualaxo do Norte River Basin, MG, Brazil. Revista de Ciências Ambientais 7(2):15-32.

RODRIGUES, C.A.G., QUARTAROLI, C.F., CRIBB, A.Y., BELLUZZO, A.P. 2010. Áreas potenciais para a criação de rã-touro gigante *Lithobates catesbeianus* (Shaw, 1802) na região Sudeste do Brasil. Embrapa: Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 12: 1-38.

ROSA, Josianne Claudia Sales. Avaliação de impactos ambientais de um projeto de mineração: Um teste metodológico baseado em serviços ecossistêmicos. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral da Escola Politécnica. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014.

RUGG, DEAN S. *Spatial foundations of urbanism*. Dubuque, Iowa (USA): WM C. Brown Company Publishers, 1972.

RUSCHI, A. 1951. Trochilídeos no Museu Nacional. Bol. Mus. Biol. Mello-Leitão, Biol., no. 10.

SAADI, A.; CAMPOS, J. C. F. Geomorfologia do caminho da lama: contexto e consequências da ruptura da Barragem do Fundão (novembro 2015-Mariana-MG). Revista Arquivos do MHNJB/UFMG, v. 24, p. 63-103, 2015.

SÁ-HUNGARO, I.J.B., LUZ, H.R., LOURENÇO, E.L., SILVA, H.R., FACCINI, J.L.H., FAMADAS K.M. Parasitism by *Ornithodoros faccinii* (Ixodida: Argasidae) on *Thoropa miliaris* (Anura: Cycloramphidae) in Brazil. International Journal of Acarology 43: 194-198.



SAINT-HILAIRE, A. de. 1974. Viagem ao Espírito Santo e Rio Doce. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brazil.

SAINT-HILAIRE, A. de. 1975. Viagem pelas províncias do Rio de Janeiro e Minas Gerais. Itatiaia, Belo Horizonte, Brazil.

SAINT-HILAIRE, A. F. C. 2011. Quadro geográfico da vegetação primitiva na província de Minas Gerais. Fino Trato, Belo Horizonte, Brazil.

SÁNCHEZ, L. E. Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos. São Paulo: Ed. Oficina de Textos, 2013.

SANSOLO, D. G.; RAIMUNDO, S.; SIMOES, E. ; BUSSOLOTTI, J. M.; CARVALHO, D. A.; ISSAGAWA, C. T.; ALARCON, J. A. F. O contexto territorial e ambiental do programa de uso público do Parque Estadual da Serra do Mar: a visão institucional. In: XI ENANPEGE - Encontro Nacional de Pós-Graduação em Geografia: A diversidade da geografia brasileira: escalas e dimensões da análise e da ação, 2015, Presidente Prudente (SP). Anais do XI ENANPEGE - Encontro Nacional de Pós-Graduação em Geografia: A diversidade da geografia brasileira: escalas e dimensões da análise e da ação. Presidente Prudente (SP): Ed. da UNESP, 2015. v. 1.

SANTOLIN, C.V.A., V.S.T. CIMINELLII, C.C.NASCENTES & C.C. WINDMOLLER. 2015. Distribution and environmental impact evaluation of metals in sediments from the Doce River Basin, Brazil. Environmental Earth Sciences 74:1235-1248.

SANTOS, I.; FILL, H. D.; SUGAI, M. R. B.; BUBA, H.; KISHI, R. T.; MARONE, E.; LAUTERT, L. F. Hidrometria aplicada. Curitiba: Lactec, 2001.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Manual: plano de monitoramento e gestão dos impactos da visitação. São Paulo; SMA, 2009.

SCHOLTEN, M.C.T., E.M. FOEKEMA, H.P.VAN DOKKUM, N.H.B.M. KAAG & R.G. JAK. 2005. Eutrophication management and ecotoxicology. Springer.

SEMA/SMDE, Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Agricultura e Abastecimento e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico de Governador Valadares. 2004.

SEMA/SISEMA/IEF - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Geras, Sistema Estadual de Meio ambiente, Instituto Estadual de Florestas. 2012. Proposta de Criação do Monumento Natural Estadual Pico da Ibituruna. 65p.

SILVA, E.T., FERNANDES, V.D., SANTANA, D.J., FEIO, R.N. 2010. Amphibia, Anura, Pipidae, Pipa carvalhoi (Miranda-Ribeiro, 1937): Distribution extension and geographic distribution map in the southeast of Brazil. Check List 6: 451-453.

SILVA, F. F. Incêndio florestal no Pico da Ibituruna na cidade de Governador Valadares - MG: Impactos ambientais e proposta de recuperação da área degradada. Governador Valadares: Instituto Federal de Ciências e Tecnologia - IFMG, MG, 2014, 20p.

SILVA, FLÁVIO FERREIRA. Incêndio Florestal no Pico da Ibituruna na Cidade de Governador Valadares - MG: Impactos Ambientais e Proposta de Recuperação da Área Degradada. Instituto Federal de Ciências e Tecnologia - IFMG, Governador Valadares, s/d. Disponível em:

[http://www3.ifmg.edu.br/site\\_campi/v/images/arquivos\\_governador\\_valadares/TCC\\_FI%C3%A1vio\\_-\\_final.pdf](http://www3.ifmg.edu.br/site_campi/v/images/arquivos_governador_valadares/TCC_FI%C3%A1vio_-_final.pdf). Acesso em: 10 nov 2018.

SILVA, J.M.C.; SOUZA, M.C. & CASTELLETI, C.H.M. 2004. Areas of endemism for passerine birds in the Atlantic forest, South America. *Global Ecology and Biogeography*, 13:85-92.

SISEMA- IEF, 2012; e Guia de Bolso –Conheça Valadares; Mobilidade Urbana, op. cit.

SISEMA- IEF, 2012; Pico do Ibituruna, 2018 <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Pico\\_do\\_Ibituruna](https://pt.wikipedia.org/wiki/Pico_do_Ibituruna)>. Acesso: 05 a 13.11.2018; e Guia de Bolso –Conheça Valadares; Mobilidade Urbana.

SISEMA/IEF, MG. Proposta de criação do Monumento Natural Estadual Pico da Ibituruna. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - Sistema Estadual de Meio Ambiente, Instituto Estadual de Florestas. Belo Horizonte, 2012.

SOARES I.M., MORAIS B.S. 2005a. Padrões de uso do habitat pela fauna de Squamata na APA do Pico da Ibituruna, Governador Valadares. II Congresso Brasileiro de Herpetologia. Sociedade Brasileira de Herpetologia, Belo Horizonte.

SOARES I.M., MORAIS B.S. 2005b. Levantamento preliminar da fauna de Squamata da APA do Pico da Ibituruna, Governador Valadares, MG. II Congresso Brasileiro de Herpetologia. Sociedade Brasileira de Herpetologia, Belo Horizonte.

SOS MATA ATLÂNTICA, 2018. <https://www.sosma.org.br/projeto/atlas-da-mata-atlantica/dados-mais-recentes/>. Acesso em novembro de 2018.

SOUZA, C.J.O. 1995. Interpretação morfotectônica da bacia do Rio Doce. Belo Horizonte-MG, Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Geografia/Geografia e Análise Ambiental, Dissertação de Mestrado, 1995. 144 p.

SOUZA, F. L. 2005. *Hydromedusa maximiliani* - The Brazilian Snake-Necked Turtle. *Reptilia* 40: 47-51.

SOUZA, F.L., Abe, A.S. 1995. Observations on feeding habits of *Hydromedusa maximiliani* (Testudines: Chelidae) in Southeastern Brazil. *Chelonian Conservation and Biology* 1: 320–322.

SOUZA, F.L., Abe, A.S. 1997. Seasonal variation in the feeding habits of *Hydromedusa maximiliani* (Testudines, Chelidae). *Boletín de La Asociación Herpetológica Española* 8: 17–20.

SOUZA, F.L., ABE, A.S. 1998. Resource Partitioning by the Neotropical Freshwater Turtle, *Hydromedusa maximiliani*. *Journal of Herpetology* 32, 106–112.

SOUZA, F.L., CUNHA, A.F., OLIVEIRA, M.A., PEREIRA, G.A.G., REIS, S.F. 2002. Estimating dispersal and gene flow in the neotropical freshwater turtle *Hydromedusa maximiliani* (Chelidae) by combining ecological and genetic methods. *Genetics and Molecular Biology* 25: 151–155.

SOUZA, F.L., CUNHA, A.F., OLIVEIRA, M.A., PEREIRA, G.A.G., REIS, S.F. 2003. Preliminary Phylogeographic Analysis of the Neotropical Freshwater Turtle *Hydromedusa maximiliani* (Chelidae). *Journal of Herpetology* 37: 427–433.

SOUZA, F.L., MARTINS, F.I. 2009. *Hydromedusa maximiliani* (Mikan, 1825) – Maximilian's snake-necked turtle, Brazilian snake-necked turtle. In: A. G. J. Rhodin, P. C. H. Pritchard, P. P. Van Dijk, R. A. Saumure, K.

A. BUHLMANN, J. B. IVERSON, AND R. A. MITTERMEIER (Eds), Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises: A Compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group. pp. 026.1-026.6.

SOUZA, J. J. L. L. et al. Geochemistry and spatial variability of metal(loid) concentrations in soils of the state of Minas Gerais, Brazil. Science of the Total Environment, v. 505, p. 338-349, 2015.

SOUZA, L.M.I. 2009. *Plano de Manejo da RPPN Fazenda Bulcão - Aimorés/MG*. Instituto Terra, Aimorés, Brazil.

STENDER-OLIVEIRA F., MARTINS M., MARQUES O.A.V. 2016. Food Habits and Reproductive Biology of Tail-Luring Snakes of the Genus *Tropidodryas* (Dipsadidae, Xenodontinae) from Brazil. *Herpetologica* 72: 73-79.

STEVAUX, J. S.; LATRUBESSE, E. M. Geomorfologia Fluvial. São Paulo. Oficina de Textos, 2017.

STOTZ, D.F.; FITZPATRICK, J.W.; PARKER, T.A., III & MOSKOVITS, D.K. 1996. Neotropical birds: ecology and conservation. University of Chicago Press, Chicago, USA.

TFTSG - Tortoise, Freshwater Turtle Specialist Group 1996. *Hydromedusa maximiliani* (errata version published in 2016). The IUCN Red List of Threatened Species 1996: e.T78A97260100. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1996.RLTS.T78A13078282.en>. Downloaded on 15 November 2018

THOMÉ, M.T.C., ZAMUDIO, K.R., GIOVANELLI, J.G.R., HADDAD, C.F.B., BALDISSERA, F.A, ALEXANDRINO, J. 2010. Phylogeography of endemic toads and post-Pliocene persistence of the Brazilian Atlantic Forest. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 55: 1018-1031.

TILDEN, F. Interpreting our heritage. 40 ed. Carolina do Norte, USA: The University of North Carolina Press, 2007. (first edition, 1957), e também em HAM, S. H. Interpretacion ambiental: uma guia practica para gente com grandes ideas y presupuestos pequenos. Colorado, USA: North America Press, 1992. 473p.

TRIGO, T. C.; A. SCHNEIDER; T. G. DE OLIVEIRA; L. M. LEHUGEUR; L. SILVEIRA; T. R. FREITAS & E. EIZIRIK. 2013. Molecular data reveal complex hybridization and a cryptic species of Neotropical wild cat. *Curr Biol* v. 23, n. 24, p. 2528-33, 2013.

TUAN, Yi-fu. Topofilia: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente, tradução de Livia de Oliveira. São Paulo / Rio de Janeiro: Difel, 1980.

TURNHOUT, E.; LAWRENCE, A. & TURNHOUT, S. 2016. Citizen science networks in natural history and the collective validation of biodiversity data. *Conservation Biology*, 30:532-539.

IUCN. Os Impactos do Rompimento da Barragem de Fundão. O caminho para uma mitigação sustentável e resiliente. Relatório Temático nº 1 do Painel do Rio Doce. Gland, Suíça, 2018.

US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). 2006. Data quality assessment. Statistical methods for practitioners. EPA QA/G-9S.

US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). 2006. National recommended water quality criteria. Available from: <http://www.epa.gov/waterscience/criteria/wqcriteria.html>.

VANONI, V. A. Sedimentation engineering. New York: ASCE, American Society of Civil Engineers, 1975.

VANZOLINI, P. E. 1981. The scientific and political contexts of the Bavarian Expedition to Brasil. Pp. 9-29 in Spix, J. B. & J. G. Wagler (eds). *Herpetology of Brasil*. Society for Study of Amphibians and Reptiles, New York, USA

VANZOLINI, P. E. 2004. *Episódios da Zoologia Brasileira*. Hucitec, São Paulo, Brazil.

VASCONCELOS, M. F. DE, & J. F. PACHECO. 2012. A contribuição histórica das atividades de coleta científica nos séculos XIX e XX para o conhecimento da avifauna dos campos rupestres e campos de altitude do leste brasileiro. *Atualidades Ornitológicas online*, 168: 52–65.

VERVLOET, R. J. H. M. A geomorfologia da região de rompimento da barragem da Samarco: a originalidade da paisagem à paisagem da mineração. In: MILANEZ, B.; LOSEKANN, C. (org.). *Desastre no Vale do Rio Doce: antecedentes, impactos e ações sobre a destruição*. Rio de Janeiro: Folio Digital: Letra e Imagem, 2016. p. 91-121.

VEZZANI, F. M. & MIELNICZUK, J. Uma Visão Sobre Qualidade Do Solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33:743-755, 2009.

VIEIRA, F. Estrutura de comunidade e aspectos da alimentação e reprodução dos peixes em dois lagos do médio Rio Doce. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 87 p. Masters Dissertation in Ecology, Conservation and Management of Wildlife. 1994.

VIEIRA, F. Distribuição, impactos ambientais e conservação da fauna de peixes da bacia do Rio Doce. *MG.BIOTA*, 2: 5-22, 2010.

VELLIARD, J.M.E. 1994. *Catálogo dos Troquilídeos do Museu de Biologia Mello Leitão*. Ministério da Cultura, Instituto Brasileiro do Patrimônio Cultural, Museu de Biologia Mello Leitão, Santa Teresa, Brazil.

VILLEGAS VALLEJOS, M.A.; PADIAL, A.A. & VITULE, J.R.S. 2016. Human-induced landscape changes homogenize Atlantic Forest bird assemblages through nested species loss. *PLoS ONE*, 11:e0147058.

VOGT, R.C., FAGUNDES, C.K., BATAUS, Y.S.L., BALESTRA, R.A.M., BATISTA, F.R.W., UHLIG, V.M., SILVEIRA, A.L., BAGER, A., BATISTELLA, A.M., SOUZA, F.L., DRUMMOND, G.M., REIS, I.J., BERNHARD, R., MENDONÇA, S.H.S.T., LUZ, V.L.F. 2015. Avaliação do Risco de Extinção de *Hydromedusa maximiliani* (Mikan, 1825) no Brasil. Processo de avaliação do risco de extinção da fauna brasileira. Available from: <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/estado-de-conservacao/7403-repteis-hydromedusa-maximiliani-cagado-da-serra.html>. Acessado em 10 de novembro de 2018.

WEARING, S.; NEIL, J. *Ecotourism: Impacts, Potential and Possibilities*. Butterworth Heinemann, Oxford and Melbourne, 2<sup>nd</sup> edition, 2009 (first edition, 1999), 256p.

WETZEL R.G., 2001. *Limnology*. Springer.

WETZEL, RG., & G.E. Likens. 2000. *Limnological analyses*. Springer.

WILLIAMS, D.R.; KALTENBORN, B.P. Leisures places and modernity: the use and meaning of recreational cottages in Norway and USA. In: Crouch, D. (ed.) *Leisure Tourism Geographies: practices and geographical knowledge*. Routledge, London, 1999, pp.214-230 e em NEFEDONA, T.; PALLOT, J. The multiplicity of second home development in the Russian Federation: a case of seasonal suburbanization. In: Roca, Zoran (ed.) op. cit. 2013, pp 91-120.

WOITOVICZ-CARDOSO, M. 2013. Revisão sistemática do grupo de espécies de *Physalaemus signifer* (Girard, 1853) (Amphibia, Anura, Leiuperinae). Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), Museu Nacional, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas (Zoologia). 350pp.

ZAOUAL, Hassan. Do turismo de massa ao turismo situado. IN: Bartholo, Roberto; Sansolo, Davis; Bursztyn, Ivan (orgs.) op. cit., p. 57.

ZAOUAL, Hassan. Nova economia das iniciativas locais: uma introdução ao pensamento pós-global. Trad. Michel Thiollent. Rio de Janeiro: DP&A: Consulado Geral da França/COOPE/UFRJ, 2006. P. 32.

ZIMMERMANN, Andrea (coord.). Roteiro metodológico para manejo de impactos da visitação: com enfoque na experiência do visitante e na proteção dos recursos naturais e culturais. ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade), Ministério do Meio Ambiente, 2011, 88p. Azevedo, F. C.; F. G. Lemos; L. B. de Almeida; C. B. de Campos; B. de M. Beisiegel; R. C. de Paula; P. G. Crawshaw Jr.; K. M. P. M. B. Ferraz & T. G. de Oliveira. 2013. Avaliação do risco de extinção da onça-parda *Puma concolor* (Linnaeus, 1771) no Brasil. Biodiversidade Brasileira, n. 1, p. 107-121, 2013.

YVES, A.; LIMA, L.M.C.; BASSETTI, L.A.B; MARQUES, T.S. & SOUSA, B.M. (2018). Illegal hunting in a protect area: impacts on the broadsnouted caiman *Caiman latirostris* in the Rio Doce State Park, southeast Brazil. Herpetology Notes, 11: 765-768.