

**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 – RESERVA PARTICULAR DO
PATRIMÔNIO NATURAL SETE DE OUTUBRO – 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 Proriotária

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)	27
Figura 2 - Chave de interpretação visual de imagens de satélite	28
Figura 3 - Vista de parte do Rio Doce próximo à RPPN	33
Figura 4 - Entrada da RPPN Sete de Outubro, na planície do Rio Doce.....	33
Figura 5 - Imagens das formações rochosas, cavernas e pinturas rupestres do Parque Estadual Sete Salões, proximidades da RPPN Sete de Outubro	50
Figura 6 - Poços tubulares dentro dos limites da área de estudo (linha vermelha): da RPPN Sete de Outubro e do Parque Estadual Sete Salões.	53
Figura 7 - Cachoeiras e mirantes que ocorrem nos limites da área de estudo.....	56
Figura 8 - Exemplos de tipos de feições fluviais de deposição de sedimentos na área de estudo	62
Figura 9 - Matriz para o estabelecimento do índice de nodalidade	99
Figura 10 - Faixas do Índice de Vulnerabilidade Social	102
Figura 11 - Estrutura da expedição.....	125
Figura 12 - Locais visitados na expedição à RPPN Sete de Outubro.....	133
Figura 13 - Fotos tiradas durante a expedição de campo em Conselheiro Pena, MG, entre os dias 09, e 11/02/2019. Relevo de morros e colinas próximo a margem do Rio Doce (Conselheiro Pena, MG).	134
Figura 14 - Conselheiro Pena/MG (09/02/2019).....	135
Figura 15 - Conselheiro Pena (MG), data 09/02/2019.	136
Figura 16 - Fotos tiradas durante a expedição de campo em Conselheiro Pena e Resplendor /MG, entre os dias 09 e 11/02/2019.	137
Figura 17 - Expedição realizada entre os dias 09/02/2019 e 11/02/2019, Conselheiro Pena e Resplendor (MG).....	138
Figura 18 - Fotos do sr. Felisberto: mortandade de peixes, inundação e soterramento dos solos da ilha fluvial devido ao fluxo de retorno com altas concentrações de rejeito.	139
Figura 19 - Vista geral da vegetação da RPPN Sete de Outubro.....	140
Figura 20 - Interior da área vegetada com predomínio de aroeira (<i>Myracrodruom urundeuva</i>).	141
Figura 21: Foz do Ribeirão Itatiaia, próximo à sua confluência com o Rio Doce. Acima da ponte, à direita da imagem é possível observar os limites da RPPN Sete de Outubro.	147
Figura 22 - Entrada da RPPN Sete de Outubro, na planície do Rio Doce.....	148
Figura 23 - Vista da varanda da sede da Fazenda, possível avistar o Rio Doce ao fundo.....	149
Figura 24 - Vista da propriedade vizinha a RPPN Sete de Outubro.	150
Figura 25 - Garrafas comparando as cores das águas, a direita água mineral comprada, a esquerda água da torneira da propriedade.....	151
Figura 26 - Praia do Rio Doce, na RPPN Sete de Outubro. Local outrora frequentado pela população local para atividades de lazer e que após o recobrimento com a lama de rejeitos ficou abandonado.....	151
Figura 27 - Visão externa e interna da casa sede da Fazenda e da RPPN Sete de Outubro. Havia interesse de inseri-la no circuito de visita à região	152
Figura 28 - Fotografias do Rio Doce em Conselheiro Pena entre os dias 17 a 20/11/2015.	161
Figura 29 - Fotografias do Rio Doce em Resplendor entre os dias 17 a 20/11/2015	162
Figura 30 – Observação de imagens de satélite antes e depois do rompimento: Trecho 1	163
Figura 31 – Observação de imagens de satélite antes e depois do rompimento: Trecho 2	163
Figura 32 - Observação de imagens de satélite antes e depois do rompimento: Trecho 3.....	164
Figura 33 - Estrutura do Mapa Conceitual	217
Figura 34 - Mapa Conceitual.....	218

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados para composição do BDG/SIG, etapa do Diagnóstico Linha de Base.....	23
Tabela 2 - Dados para composição do BDG/SIG, etapa do Diagnóstico de Avaliação.....	24
Tabela 3 - Dados para composição do BDG/SIG na etapa do Relatório Final.....	24
Tabela 4 - Características do sensor REIS.....	25
Tabela 5 - Características do sensor do Planet Scope.....	25
Tabela 6 - Imagens utilizadas dos satélites RapidEye e Planet Scope.....	26
Tabela 7 - Mapas da etapa do Diagnóstico Linha de Base.....	29
Tabela 8 - Mapas da etapa do Diagnóstico de Avaliação.....	30
Tabela 9 - Mapas da etapa do Relatório Final (Anexo V).....	31
Tabela 10 - Média de variação mensal das chuvas (mm/mês) entre o período de 1985 a 2015 na região onde se localiza a RPPN Sete de Outubro.....	46
Tabela 11 - Poços tubulares com disponibilidade de informações, cadastrados no SIAGAS/CPRM, localizados em uma faixa de 1.500 m ao longo da calha do médio-baixo Rio Doce.....	54
Tabela 12 - Valores das vazões mínimas, médias e máximas mensais entre o período de 1985 a 2015 na estação do CPRM 56920000.....	64
Tabela 13 - Propriedades e concentração de metais nos tipos de solos presentes na RPPN Sete de Outubro.....	78
Tabela 14 - Indicadores que compõem as três dimensões do Índice de Vulnerabilidade Social – IVS.....	101
Tabela 15 - Tipologia do uso e ocupação da terra da RPPN Sete de Outubro.....	103
Tabela 16- estabelecimentos agropecuários em Conselheiro Pena - 2006 e 2017.....	104
Tabela 17 - Área Territorial, População e Densidade Demográfica de Conselheiro Pena - MG, 2000 e 2010.....	105
Tabela 18 - População Residente Total, Urbana e Rural em 2000 e 2010 - Conselheiro Pena.....	105
Tabela 19 - População Total, por sexo, Rural/Urbana de Conselheiro Pena – 2000.....	106
Tabela 20 - População Total, por sexo, Rural/Urbana de Conselheiro Pena – 2010.....	107
Tabela 21 - Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), Conselheiro Pena, 2000 e 2010.....	111
Tabela 22 - Produto Interno Bruto (PIB) a preços correntes de Conselheiro Pena e Minas Gerais.....	112
Tabela 23 - Produto Interno Bruto <i>per capita</i> em 2005 e 2015.....	112
Tabela 24 - Renda, Pobreza e Desigualdade em Conselheiro Pena – 1991, 2000 e 2010.....	113
Tabela 25 - Ocupação na faixa etária de 18 anos por setor econômico – 2010.....	114
Tabela 26 - Valor Adicionado (por setor) Conselheiro Pena 2015 (em R\$ mil).....	114
Tabela 27 - Domicílios Particulares Permanentes e População, 2010.....	116
Tabela 28 - População residente, sexo e idade, 2010.....	117
Tabela 29 – Percentual de pessoas alfabetizadas por faixa de idade, 2010.....	118
Tabela 30 - Rendimento nominal mensal per capita dos Domicílios Permanentes (não inclui improvisados), em salários mínimos, 2010.....	119
Tabela 31 - Forma de abastecimento d'água, 2010.....	120
Tabela 32 - Esgotamento sanitário por domicílio, 2010.....	120
Tabela 33 - Destinação de lixo (coletado e não coletado) por setor censitário, 2010.....	120
Tabela 34 - Eletricidade.....	121
Tabela 35 - Síntese da vulnerabilidade dos setores da área de estudo – RPPN Sete de Outubro.....	123
Tabela 36 - Sítios Arqueológicos em Conselheiro Pena.....	123
Tabela 37 - Características extra e intra-canal do trecho fluvial observados em campo.....	126
Tabela 38 - Locais visitados na expedição à RPPN Sete de Outubro.....	133
Tabela 39 - Lista de espécies de pequenos mamíferos de provável ocorrência na RPPN Sete de Outubro.....	141
Tabela 40 - Lista de quirópteros de provável ocorrência na RPPN Sete de Outubro.....	142
Tabela 41 - Lista de mamíferos de médio e grande porte de provável ocorrência ou de ocorrência confirmada em campo, no PE Sete salões.....	144

Tabela 42 - Critérios para a Caracterização e Atribuição de Significância aos Impactos componentes da Matriz de Avaliação.....	156
Tabela 43 - Modelo de Matriz de Avaliação de Impacto adotada no presente projeto	158
Tabela 44 - Matriz de Significância do Impacto.	158
Tabela 45 - Granulometria dos sedimentos suspensos em Tumiritinga (MG)	167
Tabela 46 - Classificação granulométrica da <i>American Geophysical Union</i>	168
Tabela 47 - Sólidos em Suspensão Totais (mg/L) - Limite DN 01/08 = 100	169
Tabela 48 - Estimativa da Descarga Sólida em Suspensão durante a passagem da massa de água	171
Tabela 49 - Descarga sólida em suspensão.....	172
Tabela 50 - Resumo das alterações na qualidade de água do Rio Doce em geral, e no Rio Doce em Resplendor, em particular.....	178
Tabela 51 - Matriz de Impactos no Meio Físico	189
Tabela 52 - Matriz de Avaliação de Impactos no meio biótico	201
Tabela 53 - Matriz de Impactos no Meio Socioeconômico e Cultural	214
Tabela 54 - Relação dos Impactos com as Medidas e Programas Propostos.....	227

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Total de precipitação do período chuvoso nas estações pluviométricas localizadas no médio-baixo Rio Doce	47
Gráfico 2 - Total de precipitação mensal no período chuvoso na estação pluviométrica de Tumiritinga (Minas Gerais)	47
Gráfico 3 - Perfil longitudinal do canal do Rio Doce, características gerais e localização (relativa) da área de estudo	59
Gráfico 4 - Representação gráfica das vazões mínimas, médias e máximas mensais entre o período de 1985 a 2015 na estação do CPRM 56920000, entre os municípios de Tumiritinga e Galileia (MG).	64
Gráfico 5 - Representação gráfica da curva chave de sedimentos entre o período de 1998 a 2015 na estação 56920000, entre os municípios de Tumiritinga e Galileia (MG).....	65
Gráfico 6 - Linha-de-base de sólidos em suspensão totais (acima) e turbidez (abaixo) na água do Rio Doce em Resplendor (Estação IGAM RD059) nos 19 anos que precederam o rompimento da Barragem do Fundão.....	68
Gráfico 7 - Linha-de-base de parâmetros básicos de qualidade de água do Rio Doce em Resplendor (Estação IGAM RD059) nos 19 anos que precederam o rompimento da Barragem do Fundão.	69
Gráfico 8 - Linha-de-base do (a) Ferro Dissolvido (b) Alumínio Dissolvido e (c) Manganês Total na água do Rio Doce em Resplendor (Estação IGAM RD059) nos 19 anos que precederam o rompimento da Barragem do Fundão.....	70
Gráfico 9 - Linha-de-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 Resplendor (Estação IGAM RD059) nos 19 anos que precederam o rompimento da Barragem do Fundão.	71
Gráfico 10 - Linha-de-base de concentração de nitrogênio e fósforo na água do Rio Doce em Resplendor (Estação IGAM RD059) nos 19 anos que precederam o rompimento da Barragem do Fundão.	73
Gráfico 11 - Linha-de-base da contaminação orgânica e microbiológica da água do Rio Doce em Resplendor (Estação IGAM RD059) nos 19 anos que precederam o rompimento da Barragem do Fundão.	74
Gráfico 12 - Linha-de-base da concentração de clorofila a na água do Rio Doce em Resplendor (Estação IGAM RD059) nos 19 anos que precederam o rompimento da Barragem do Fundão.	75
Gráfico 13 - Comparativo entre população urbana e rural em Conselheiro Pena – 2010	106
Gráfico 14 - Pirâmide Etária de Conselheiro Pena - 2010	107
Gráfico 15 - Escolaridade da População Adulta (25 anos ou mais) de Conselheiro Pena - 1991	109
Gráfico 16 - Escolaridade da População Adulta (25 anos ou mais) de Conselheiro Pena - 2000	109
Gráfico 17 - Escolaridade da População Adulta (25 anos ou mais) de Conselheiro Pena - 2010	110
Gráfico 18 - Mortalidade Infantil em Conselheiro Pena, 1991-2000-2010.	111
Gráfico 19 - População Economicamente Ativa de Conselheiro Pena, 2010	113
Gráfico 20 - Domicílios e população, 2010	117
Gráfico 21 - População residente por sexo, 2010	118
Gráfico 22 - Percentual de pessoas alfabetizadas, por setor, 2010	118
Gráfico 23 - Rendimento nominal mensal per capita dos domicílios, em salários mínimos, 2010.....	119
Gráfico 24 - Destinação do lixo coletado e não coletado, 2010.....	121
Gráfico 25 - Eletricidade, 2010.	122
Gráfico 26 - Comportamento da vazão e cota (curva-chave) na Estação fluviométrica localizada entre os município de Galiléia e tumiritinga, incluindo o monitoramento especial realizado na bacia do Rio Roce em dezembro de 2015.....	166
Gráfico 27 - Sólidos em Suspensão Totais.....	170
Gráfico 28 - Sólidos em suspensão totais (acima) e turbidez (abaixo) na água do Rio Doce em Resplendor nos 2 anos que se seguiram ao rompimento da Barragem do Fundão.	180

Gráfico 29 - pH (acima) e condutividade (abaixo) na água do Rio Doce em Resplendor nos 2 anos que se seguiram ao rompimento da Barragem do Fundão.	181
Gráfico 30 - Oxigênio dissolvido na água do Rio Doce em Resplendor nos 2 anos que se seguiram ao rompimento da Barragem do Fundão.	182
Gráfico 31 - Ferro Dissolvido (acima) e Manganês Total (abaixo) na água do Rio Doce em Resplendor nos 2 anos que se seguiram ao rompimento da Barragem do Fundão.	183
Gráfico 32 - Arsênio Total (acima) e Cádmio Total (abaixo) na água do Rio Doce em Resplendor nos 2 anos que se seguiram ao rompimento da Barragem do Fundão.	184
Gráfico 33 - Chumbo Total (acima) e Mercúrio Total (abaixo) na água do Rio Doce em Resplendor nos 2 anos que se seguiram ao rompimento da Barragem do Fundão.	185
Gráfico 34 - Nitrato (acima) e Fósforo Total (abaixo) na água do Rio Doce em Resplendor nos 2 anos que se seguiram ao rompimento da Barragem do Fundão.	186
Gráfico 35 - Demanda Bioquímica de Oxigênio (acima) e Coliformes Termotolerantes ('fecais') (abaixo) na água do Rio Doce em Resplendor nos 2 anos que se seguiram ao rompimento da Barragem do Fundão.	187
Gráfico 36 - Concentração de clorofila a na água do Rio Doce em Resplendor nos 2 anos que se seguiram ao rompimento da Barragem do Fundão.	188

LISTA DE MAPAS

Mapa 1- Localização das Unidades de Conservação do projeto	17
Mapa 2 - Área de estudo dos meios físico, biótico e socioeconômico da RPPN Sete de Outubro	22
Mapa 3 - Localização das estações pluviométricas em relação a área de estudo	48
Mapa 4 – Unidades Litoestratigráficas área de estudo.....	49
Mapa 5 - Unidades hidrogeológicas onde estão situados a RPPN Sete de Outubro	52
Mapa 6 - Unidades geomorfológicas da região onde está situada a RPPN Sete de Outubro	57
Mapa 7 - Drenagem da área de estudo da RPPN Sete de Outubro	58
Mapa 8 –Hipsometria da região da RPPN Sete de Outubro.....	60
Mapa 9 – Clinográfico da região da RPPN Sete de Outubro.....	60
Mapa 10 – Localização das estações fluviométricas mais próximas da área de estudo	63
Mapa 11 – Tipos de solos RPPN Sete de Outubro e região.....	76
Mapa 12 - Remanescentes de vegetação de Mata Atlântica na Bacia do Rio Doce	80
Mapa 13 - Uso e Cobertura vegetal da área de estudo RPPN Sete de Outubro	88
Mapa 14 - Nodalidade da RPPN Sete de Outubro	97
Mapa 15 - Setores censitários relacionados à RPPN Sete de Outubro	116
Mapa 16 - Distribuição espacial das localidades utilizadas para o levantamento de dados secundários da ictiofauna	225
Mapa 17 - Áreas Prioritárias para conectividade da paisagem da RPPN Sete de Outubro	256

SUMÁRIO

1.	Introdução	15
2.	Contextualização.....	21
2.1	Área de estudo	21
2.2	Forma da Construção da Base de Dados Geoespacial	22
3.	Caracterização da Reserva Particular do Patrimônio Natural Sete de Outubro.....	32
4.	Linha de Base	35
4.1	Linha de Base do Meio Físico	36
4.1.1	Aspectos Metodológicos	36
4.1.2	Caracterização da Linha de Base do Meio Físico na RPPN Sete de Outubro.....	44
4.2	Linha de Base do Meio Biótico	79
4.2.1	Aspectos Metodológicos	79
4.2.2	Histórico do Conhecimento da Biodiversidade do Médio e Baixo Rio Doce nos Séculos XIX e XX	86
4.2.3	Caracterização da Linha de Base do Meio Biótico na RPPN Sete de Outubro.....	87
4.3	Linha de Base do Meio Socioeconômico e Cultural e de Uso Público	94
4.3.1	Aspectos Metodológicos	94
4.3.2	Caracterização da Linha de Base do Meio Socioeconômico e Cultural e de Uso Público na RPPN Sete de Outubro.....	103
5.	Expedição	125
5.1	Metodologia.....	125
5.1.1	Meio Físico.....	126
5.1.2	Meio Biótico.....	127
5.1.3	Meio Socioeconômico e Cultural e de Uso Público.....	128
5.2	Avaliação de Campo Expedita	132
5.2.1	Meio Físico.....	132
5.2.2	Meio Biótico.....	140
5.2.3	Meio Socioeconômico e Cultural e de Uso Público.....	148
6.	Avaliação dos Impactos	154
6.1	Impactos no Meio Físico	159
6.1.1	Hidrogeologia	160
6.1.2	Geomorfologia Fluvial	161

6.1.3 Hidrossedimentologia.....	165
6.1.4 Qualidade da Água	174
6.1.5 Descrição dos Impactos no Meio Físico.....	188
6.2 Impactos no Meio Biótico	199
6.3 Impactos no Meio Socioeconômico e Cultural	212
6.4 Avaliação de Impacto Integrada	216
7. Lacunas de Conhecimento	222
7.1 Meio Físico	222
7.2 Meio Biótico.....	223
7.3 Meio Socioeconômico e Cultural e de Uso Público	225
8. Propostas de Medidas de Restauração, Reparação, Mitigação e Compensação	226
8.1 Projeto de Melhoria da Qualidade e Quantidade da Água pela Segurança Hídrica.....	237
8.1.1 Medida 1 - Apoio (financeiro, logístico e suprimentos) ao IEF e demais órgãos responsáveis, no controle da implantação de barramentos e incentivo a remoção das unidades existentes.....	238
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.	239
8.1.3 Medida 3 - Instalação de sistemas de captação de água mais eficientes (cisternas, água de reúso, etc) em locais estratégicos.....	240
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.....	241
8.1.5 Medida 5 - Monitoramento de parâmetros quali-quantitativos das águas e dos sedimentos do Rio Doce na UC e ZA, através das metodologias e critérios já estabelecidos pelo PMQQS	242
8.1.6 Medida 6 - Análise de risco da condução extensiva de dragagem aos locais propícios à retenção/acúmulo de sedimentos	244
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.	245
8.2 Projeto de Requalificação sustentável dos vales e planícies fluviais para a população.....	246
8.2.1 Medida 1 - Diagnóstico sobre a estrutura e qualidade dos solos na planície fluvial	246
8.2.2 Medida 2 - Estabilização das margens (Rio Doce e tributários) utilizando preferencialmente técnicas de bioengenharia	247
8.2.3 Medida 3 - Monitoramento da estabilidade das encostas, vales e margens fluviais, assim como da regeneração natural da vegetação.....	248
8.2.4 Medida 4 - Manejo e apoio no uso sustentável dos solos na planície de inundação e ilhas fluviais	249
8.3 Projeto de Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas.....	250

8.3.1 Medida 1 Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	251
8.3.2 Medida 2 Capacitação ao cultivo de palmito nativo	252
8.3.3 Medida 3 Incentivo ao plantio de agrofloresta e manejo de recursos florestais	254
8.3.4 Medida 4 Indicação de áreas prioritárias e implantação de conectividade entre fragmentos florestais	255
8.4 Projeto de Manejo de Fauna e Vegetação	256
8.4.1 Medida 1 Controle da introdução de espécies exóticas de peixes no Rio Doce e tributários na UC e ZA, através de programa de conscientização, incentivo de pesca direcionada e fiscalização ..	257
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	258
8.4.3 Medida 3 Pesquisas para avaliar a necessidade e viabilidade de programas de reintrodução de espécies sensíveis e endêmicas de peixes	259
8.4.4 Medida 4 Expansão do programa de monitoramento da ictiofauna para os tributários do Rio Doce.....	260
8.5 Projeto de Uso público	261
8.5.1 Medida 1 Implantação de roteiros ecoturísticos adequados a cada UC	262
8.5.2 Medida 2 Capacitação de monitores em técnicas de interpretação ambiental e redução de impactos da visitação	262
9. Referências Bibliográficas.....	265

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, assim como a Santarém, pertence ao complexo minerário de Germano, e são 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 m³ 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 IV¹, 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 onda 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 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; deslocamento de comunidades devido a destruição de moradias e estruturas urbanas; fragmentação de habitats; destruição de áreas de preservação permanente e vegetação nativa; mortalidade de animais de produção e impacto à produção rural e ao turismo, com interrupção de receita econômica; restrições à pesca; mortalidade de animais domésticos; mortalidade 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)

¹ 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 apresentou 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 km²) 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.

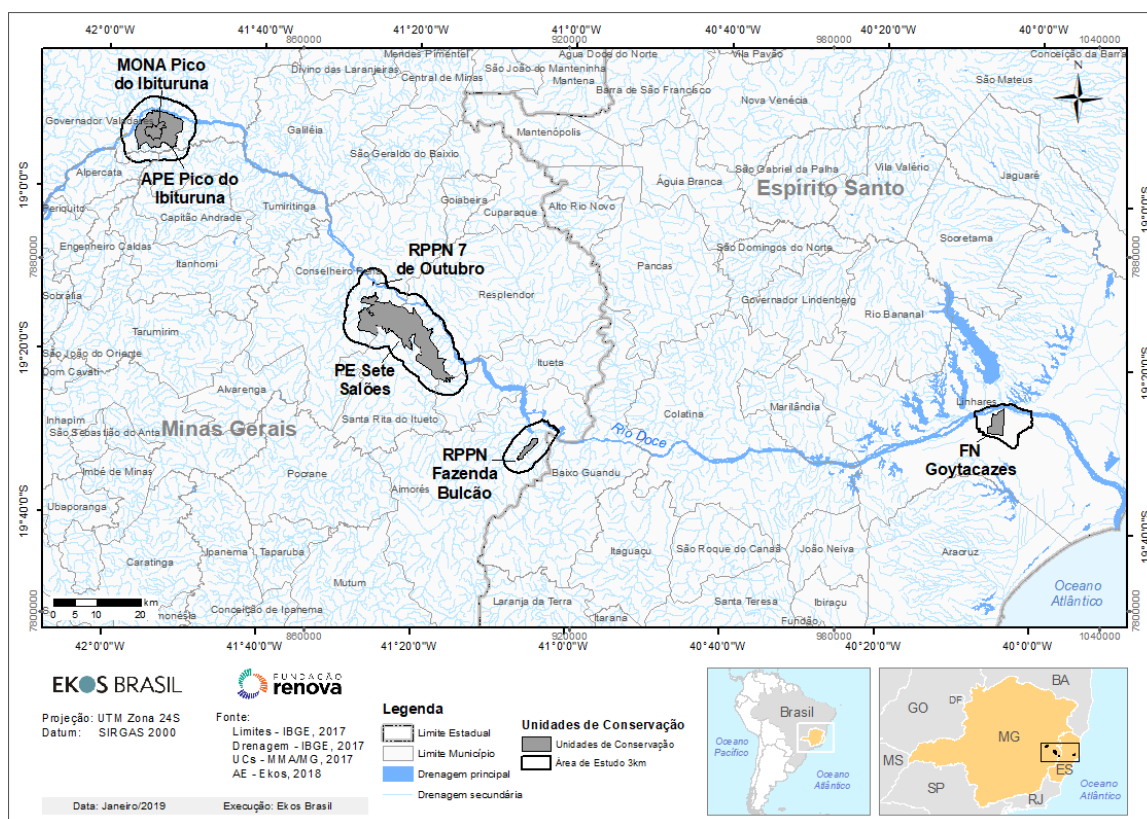
O Projeto “Identificação e proposição de medidas reparatórias para eventuais impactos decorrentes do rompimento da Barragem de Fundão nas Unidades de Conservação” se insere no contexto de atendimento à Cláusula 181 do Termo de Transação e de Ajustamento de Conduta (TTAC) pela Fundação Renova, que trata 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 tem como principais objetivos a identificação dos impactos decorrentes do rompimento da barragem no Parque Estadual Sete Salões 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 em sua 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 PE Sete Salões 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 e a equipe do projeto; o aprofundamento do resultado da avaliação de impactos e propostas de medidas reparatórias na Oficina de Avaliação, realizada nos 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 acrescidas dados, informações e análises (tendo como base análises anteriores e eventuais atualizações). Portanto, o Diagnóstico de Avaliação Final foi estruturado a partir do Diagnóstico de Linha de Base, que ganhou atualizações e novos capítulos.

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 da RPPN Sete de Outubro: 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 na RPPN Sete de Outubro: 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.
- Aspectos Metodológicos: metodologia utilizada para construção da linha de base e sistematização de dados e informações sobre os possíveis efeitos do rompimento da barragem no meio biótico, incluindo a identificação das perguntas orientadoras que norteiam a caracterização da Unidade.
- 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.
- Caracterização da Linha de Base do Meio Biótico no PE Sete Salões: caracterização da unidade a partir dos componentes:
 - Vegetação;
 - 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 na RPPN Sete de Outubro: 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 de Restauração, Reparação, Mitigação e Compensação: 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 pelo plano de manejo ou outro instrumento legal, 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, no caso da categoria de manejo RPPN, que não possui Zona de Amortecimento, a área definida no 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.

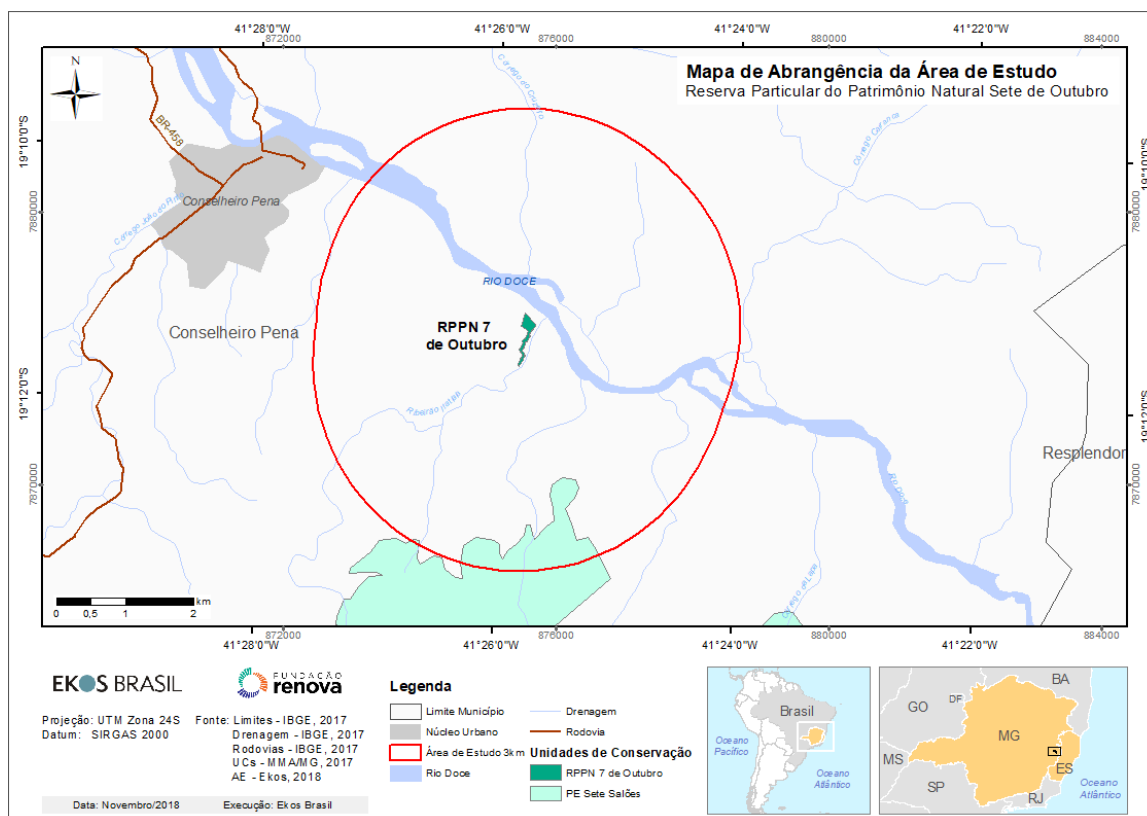
Com relação ao meio socioeconômico e cultural, as informações existentes, em grande parte, encontram-se agregadas por município e contribuem para a visão panorâmica, geral, mas podem dificultar a identificação de impactos pontuais sobre comunidades vizinhas às UCs, por não serem representativas das particularidades 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 são realizados ajustes considerando os limites dos setores censitários contíguos a UC. Os demais que não fazem limites diretos com a UC serão, 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.

A partir do entendimento que a UC está inserida nos processos regionais e não isolada deles, a área de estudo foi definida considerando a necessidade de compreensão de como a dinâmica regional influencia a integridade da Unidade de Conservação e de sua Zona de Amortecimento, de tal maneira que a identificação e avaliação de impactos na UC e na ZA considera essa integridade. As informações obtidas e mudanças observadas nas áreas que extrapolam a ZA foram consideradas a partir dessa perspectiva.

Como parte do entorno da RPPN Sete de Outubro se sobrepõe à Zona de Amortecimento do PE Sete Salões, foi definida, inicialmente, uma única área de estudo para as duas unidades. Porém, no decorrer do estudo foi observado que o total da área de estudo em relação à diminuta dimensão da RPPN poderia provocar significativas distorções no conhecimento produzido. Optou-se, então, por considerar, neste caso, o raio de 3 km a partir da UC, com eventuais ressalvas justificadas na exposição das informações.

O Mapa 2 se refere à área de estudo e Zona de Amortecimento definida no Termo de Referência da RPPN Sete de Outubro para os meios físico, biótico e socioeconômico e cultural. Nesse caso, a área de estudo e Zona de Amortecimento se sobrepõem.

Mapa 2 - Área de estudo dos meios físico, biótico e socioeconômico da RPPN Sete de Outubro



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 da etapa do Diagnóstico de Avaliação, 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 da Reserva Particular do Patrimônio Natural Sete de Outubro; padronização da cartografia do projeto; e, produção dos mapas temáticos necessários.

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, Instituto Ekos Brasil, 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 e SOS Mata Atlântica.

A estruturação do BDG também considerou a atualização de alguns dos dados secundários (drenagem, vias de acesso e uso/ocupação) 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 na Tabela 1.

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

TEMA	FORMATO	FONTE	ESCALA
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
RPPN Sete de Outubro (Área de	Polígono	Ekos, 2018	N.I.

estudo)			
RPPN Sete de Outubro (UC)	Polígono	Renova, 2018	N.I.
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

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, 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 RPPN	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
Vegetação arbórea RPPN	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 5 microssatélites que estão em operação desde 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 Imagem 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

Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Faixa Imageada	Resolução Radiométrica
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

Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Faixa Imageada	Resolução Radiométrica
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.

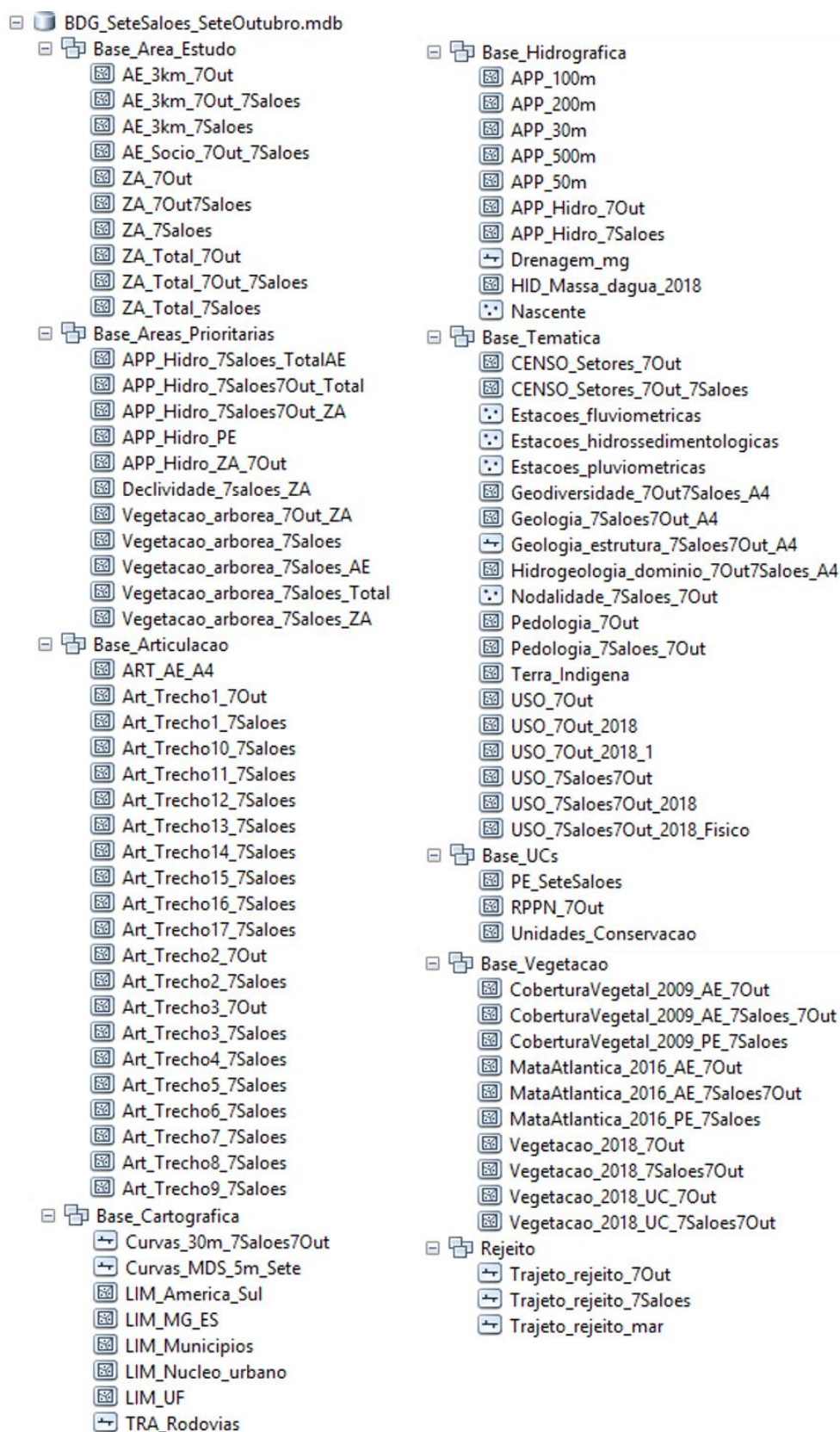
Tabela 6 - Imagens utilizadas dos satélites RapidEye e Planet Scope

Satélite	Tipo	Cena	Resolução Espacial	Data
RapidEye	Mosaico	-	5 m	04.nov.2015
Planet Scope	Mosaico	-	3,4 m	2016
RapidEye	Imagem	122927-1034	5 m	03.set.2018
		122922-101e		28.set.2018
		131735-0f1a		

Todos os dados foram padronizados pelo Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - SIRGAS 2000 (definido pela resolução nº 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 1.

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 de Satélite

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 03 de setembro de 2018, cena 1122927-1034, e 28 de setembro de 2018, cenas 122922-101e e 131735-0f1a de 5 m de resolução espacial, que compreendem a área da Unidade de Conservação e Área de estudo.

Figura 2 - Chave de interpretação visual de imagens de satélite

	Cobertura: Vegetação arbórea Cor: Verde escuro Textura: Rugosa Padrão: Irregular		Cobertura: Rocha exposta Cor: Marrom Textura: Rugosa Padrão: Irregular
	Cobertura: Vegetação campestre Cor: Marrom claro Textura: Lisa Padrão: Regular		Cobertura: Solo exposto Cor: Bege avermelhado Textura: Lisa Padrão: Irregular
	Cobertura: Vegetação campestre/ Pastagem Cor: Verde claro/ Amarronzado Textura: Lisa Padrão: Regular Presença de árvores esparsas		Cobertura: Banco de areia Cor: Areia/Branco Textura: Lisa Padrão: Irregular
	Cobertura: Vegetação em estágio inicial de regeneração Cor: Verde médio Textura: Rugosa Padrão: Irregular		Cobertura: Massa d'água Cor: Marrom esverdeado Textura: lisa Padrão: Irregular

Áreas Prioritárias para Conectividade da Paisagem

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

1. Áreas de Preservação Permanente (APP) da hidrografia, lagos e nascentes;
2. Área da Unidade de Conservação; e,
3. 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.

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. 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 Reserva Particular do Patrimônio Natural Sete de Outubro, estão relacionados de acordo com a demanda de cada equipe, como apresentado na Tabela 7, Tabela 8 e

Tabela 9.

Tabela 7 - Mapas da etapa do Diagnóstico Linha de Base

MAPA		LAYOUT
Geral		
Mapa 1	Localização das Unidades de Conservação do Projeto	A4/ A3
Mapa 2	Área de estudo dos meios físico, biótico e socioeconômico	A4/ A3
Meio Físico		
Mapa 3	Localização das estações pluviométricas em relação à área de estudo	A4/ A3
Mapa 4	Unidades Litoestratigráficas da área de estudo	A4/ A3
Mapa 5	Unidades hidrogeológicas da área de estudo	A4/ A3

Mapa 6	Unidades geomorfológicas da área de estudo	A4/ A3
Mapa 7	Drenagem da RPPN e zona de amortecimento	A4/ A3
Mapa 8	Hipsometria da área de estudo	A4/ A3
Mapa 9	Mapa clinográfico da área de estudo	A4/ A3
Mapa 10	Localização das estações fluviométricas mais próximas da área de estudo	A4/ A3
Mapa 11	Tipos de solos na área de estudo	A4/ A3
Meio Biótico		
Mapa 12	Remanescentes de vegetação de Mata Atlântica na bacia do Rio Doce	A4/ A3
Mapa 13	Uso e cobertura vegetal da área de estudo	A4/ A3
Socioeconômico		
Mapa 14	Mapa de nodalidade	A4/ A3
Mapa 15	Uso e ocupação da terra da RPPN	A4/ A3
Mapa 16	Setores Censitários relacionados à RPPN	A4/ A3

Tabela 8 - Mapas da etapa do Diagnóstico de Avaliação

MAPA		LAYOUT
Geral		
Mapa 1	Localização das Unidades de Conservação do Projeto	A4/ A3
Mapa 2	Área de estudo dos meios físico, biótico socioeconômico e cultural	A4/ A3
Meio Físico		
Mapa 3	Localização das estações pluviométricas em relação às áreas de estudo	A4/ A3
Mapa 4	Unidades Litoestratigráficas da área de estudo	A4/ A3
Mapa 5	Unidades hidrogeológicas da área de estudo	A4/ A3
Mapa 6	Unidades geomorfológicas da área de estudo	A4/ A3
Mapa 7	Drenagem da RPPN e zona de amortecimento	A4/ A3
Mapa 8	Hipsometria da área de estudo	A4/ A3
Mapa 9	Mapa clinográfico da área de estudo	A4/ A3
Mapa 10	Localização das estações fluviométricas mais próximas da área de estudo	A4/ A3
Mapa 11	Tipos de solos na área de estudo	A4/ A3
Meio Biótico		
Mapa 12	Remanescentes de vegetação de Mata Atlântica na bacia do Rio Doce	Mapa 12
Mapa 13	Uso e cobertura vegetal da área de estudo	Mapa 13
Socioeconômico		
Mapa 14	Mapa de nodalidade	A4/ A3
Mapa 15	Setores Censitários relacionados à RPPN	A4/ A3
Lacunas		
Mapa 16	Distribuição espacial das localidades para levantamento de dados secundários	A4/ A3

Tabela 9 - Mapas da etapa do Relatório Final (Anexo V)

MAPA		LAYOUT
Geral		
Mapa 1	Localização das Unidades de Conservação do Projeto	A4/ A3
Mapa 2	Área de estudo dos meios físico, biótico socioeconômico e cultural	A4/ A3
Meio Físico		
Mapa 3	Localização das estações pluviométricas em relação às áreas de estudo	A4/ A3
Mapa 4	Unidades Litoestratigráficas da área de estudo	A4/ A3
Mapa 5	Unidades hidrogeológicas da área de estudo	A4/ A3
Mapa 6	Unidades geomorfológicas da área de estudo	A4/ A3
Mapa 7	Drenagem da RPPN e zona de amortecimento	A4/ A3
Mapa 8	Hipsometria da área de estudo	A4/ A3
Mapa 9	Mapa clinográfico da área de estudo	A4/ A3
Mapa 10	Localização das estações fluviométricas mais próximas da área de estudo	A4/ A3
Mapa 11	Tipos de solos na área de estudo	A4/ A3
Meio Biótico		
Mapa 12	Remanescentes de vegetação de Mata Atlântica na bacia do Rio Doce	Mapa 12
Mapa 13	Uso e cobertura vegetal da área de estudo	Mapa 13
Socioeconômico		
Mapa 14	Mapa de nodalidade	A4/ A3
Mapa 15	Setores Censitários relacionados à RPPN	A4/ A3
Lacunas		
Mapa 16	Distribuição espacial das localidades para levantamento de dados secundários	A4/ A3
Propostas		
Mapa 17	Áreas Prioritárias para Conectividade da Paisagem	A4/ A3

3. CARACTERIZAÇÃO DA RESERVA PARTICULAR DO PATRIMÔNIO NATURAL SETE DE OUTUBRO

As Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) são unidades de conservação privadas que têm o objetivo de proteger a biodiversidade e que serão gravadas em perpetuidade, conforme previsto no artigo 21 da Lei nº 9985/2000 (BRASIL, 2000), que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Inserida no grupo de uso sustentável na referida Lei, na RPPN apenas são permitidos os usos indiretos, como a pesquisa científica e a visitação turística, recreativa e educacional.

O estado de Minas Gerais, antes mesmo do SNUC, regulamentou o processo de criação de unidades de conservação particulares, por meio do Decreto nº 39.401, de 21 de janeiro de 1998 (MINAS GERAIS, 1998)². Ao Instituto Estadual de Florestas (IEF) foi conferida a atribuição de proceder o cadastramento dos proprietários interessados, atestando o reconhecimento da propriedade como Unidade de Conservação da natureza³.

Com relação à criação das RPPNs, não existe exigência quanto ao tamanho da área; e os direitos e o domínio são mantidos, com a obrigação de sua conservação, pois a RPPN é averbada, em caráter perpétuo, no Cartório de Registro de Imóveis. Algumas vantagens são apontadas para o proprietário que deseja transformar seu imóvel – ou parte dele – em RPPN, como a isenção do Imposto Territorial Rural (ITR); apoio técnico do órgão ambiental, inclusive na fiscalização da área; e possibilidades de obtenção de financiamentos junto a instituições públicas e privadas para a gestão da UC.

No âmbito federal, o reconhecimento das unidades de conservação privadas está a cargo do ICMBio. Em Minas Gerais, o órgão tem cadastradas 88 RPPNs federais, perfazendo um total de 3.048,08 hectares⁴ de áreas protegidas particulares.

A RPPN Sete de Outubro foi reconhecida como Unidade de Conservação pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF) em 04 de janeiro de 2012, pela Portaria IEF nº 04, de 4 de janeiro de 2012. A UC é parte da Fazenda Sete de Outubro e possui 5,22 hectares⁵. O proprietário da RPPN é o Sr. Sérgio Augusto Mesquita.

A RPPN está localizada no município de Conselheiro Pena, entre o núcleo urbano e o Parque Estadual Sete Salões, próxima à margem do Rio Doce. A entrada e a sede da UC encontram-se na planície de inundação do Rio Doce, às margens de uma estrada de terra vicinal e da Ferrovia, vide Figura 3 e Figura 4. De acordo com o Censo, em 2010 o município possuía população total de 22.242 habitantes, com área de 1.483,9 km².

2 Consulta ao portal da Assembléia Legislativa de MG, não aponta que o decreto tenha sido revogado após a publicação do SNUC.
(<https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=39401&comp=&ano=1998>)

3 <https://www.mg.gov.br/servico/criacao-de-reserva-particular-do-patrimonio-natural-rppn>.

4 <http://sistemas.icmbio.gov.br/simrppn/publico/>. Consulta: 27 nov. 2018.

5 <http://www.ief.mg.gov.br/component/content/120?task=view>

Figura 3 - Vista de parte do Rio Doce próximo à RPPN



Figura 4 - Entrada da RPPN Sete de Outubro, na planície do Rio Doce.



Desse setor de planície, a RPPN se estende por relevo de morros, até o topo de um deles. Neste ponto o limite oeste da UC se dá pelo Córrego do Itatiaia, cujas nascentes encontram-se no interior do Parque Estadual de Sete Salões, importante remanescente de Mata Atlântica associado a formações de campos rupestres e florestas de candeias. Nesse sentido, a RPPN funciona como uma Zona de Amortecimento ao parque estadual. A RPPN possui uma nascente em seu interior.

A UC está inserida no domínio de morros e serras baixas, que se enquadram dentro do contexto de geoforma de "mar de morros". A região possui clima quente com chuvas de verão, característico nos trechos do médio e baixo Rio Doce.

A Unidade de Conservação não possui plano de manejo, tampouco foram encontrados estudos e referência bibliográfica específica. Durante o período de elaboração do Diagnóstico inicial, o proprietário da RPPN se encontrava fora do país e sem acesso. Fora o proprietário, não foi possível identificar outro responsável legal

pela área, apenas um familiar que não pôde contribuir efetivamente com informações sobre a UC. Por esses motivos, a construção da linha de base da unidade foi fundamentada em levantamento de dados mais amplo.

Posteriormente, quando da expedição a campo, observou-se que a RPPN se constitui por fragmentos bem alterados da mata nativa, em estágio pioneiro e inicial que conferem uma baixa qualidade ambiental à área. Contudo, e contraditoriamente a essa paisagem degradada, a RPPN foi instituída para possibilitar o fluxo genético do PE Sete Salões até a calha do Rio Doce. Há relatos de presença da onça parda, que apesar de indicar esse fluxo de animais na região é também foco de conflitos entre os proprietários pela predação de criação doméstica, vacas e cabritos.

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 reconstrução do processo de degradação nas UCs desde a ruptura da barragem até o presente momento.

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 contribuiu 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 IV, 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, a respeito dos efeitos do rompimento da barragem no meio físico, entende-se a necessidade 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 Unidade de Conservação.

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 e químicos 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 desastre 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 inserida a RPPN Sete de Outubro, em Conselheiro Pena (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 injetado 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 e baixo Rio Doce. A análise dos dados foi dividida em dois momentos, considerando o período histórico e recente. No primeiro, foi 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 de uma bacia hidrográfica, portanto, pela hidrografia de superfície. Por sua influência na configuração desse modelado, 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 – CPRM. 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).

Deste modo, foi feita a caracterização das águas subterrâneas da Unidade de Conservação, 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 possíveis 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 setorializada das águas subterrâneas da bacia (CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME, 2010; MPF, 2017, 2017a). Essa caracterização foi elaborada a partir da setorialização 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 realizou-se a caracterização geral do relevo da Unidade de Conservação, 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 morfoestruturais, 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 identificação da unidade morfológica em função do trecho do canal principal em que se insere a área de estudo.

Posteriormente, realizou-se 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 da plataforma *online* 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 1:100 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 Unidade de Conservação 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 (CPRM) 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 ou de vazão, granulometria, concentrações de sedimentos suspensos totais ou das descargas sólidas, a partir de dados 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 totais" 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**, 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

De forma a construir uma linha-de-base que permita avaliar se o rompimento da Barragem de Fundão resultou em degradação ambiental na RPPN Sete de Outubro, dados foram levantados, organizados, compilados e sistematizados das seguintes fontes: Dados de monitoramento disponibilizados por órgãos ambientais. 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; 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 do Parque Estadual de Sete Salões, que inclui a área abrangida pela RPPN Sete de Outubro, o IGAM possui a Estação de Monitoramento Fluviométrico de Resplendor, RD059. Esta estação do IGAM corresponde à Estação 56949000 da Agência Nacional das Águas e à Estação RDO10 do novo Programa de Monitoramento Quali-Quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos (PPQQS, 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 4 de setembro de 1997, com observações trimestrais entre 1997 e 2012 e aproximadamente mensais a partir de meados de 2013. Para a definição da linha-de-base foram utilizados todos os pontos de dados entre 4 de setembro de 1997 e 16 de outubro de 2015 (lembrando que o rompimento da Barragem de Fundão ocorreu em 5 de novembro de 2015), totalizando 92 amostragens ao longo de 19 anos. Na prática o número de observações variou de 2 a 92, dependendo do parâmetro.

De forma a interpretar os valores numéricos observados neste ponto, utilizou-se 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 se recomenda 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 <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). Optou-se 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. Em buscas bibliográficas complementares nas bases Web of Science e Scielo cruzando as palavras-chave "Rio Doce" OR "samarco" OR "fundão" OR "Sete de Outubro" em todo o seu período de cobertura. Desta forma foram avaliados 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 sobre a Unidade de Conservação. A fonte de dados secundários foi complementada com planos de manejo e/ ou estudos não-publicados (tais como resumos de congresso ou relatórios) conduzidos na Unidade de Conservação em análise.

Finalmente, analisamos o contexto da paisagem e da rede de drenagem dentro e ao redor de cada Unidade de Conservação através de imagens de satélite disponibilizadas no Google Earth.

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 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 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 na RPPN Sete de Outubro

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

As características e comportamento do rejeito da Barragem de Fundão mediante o rompimento são pertinentes ao entendimento tanto da qualidade deste rejeito, tanto das tendências de seu comportamento, uma vez injetado na rede hidrográfica da bacia do Rio Doce.

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 (SiO_2), óxido de alumínio (Al_2O_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) associou a capacidade de retenção do sódio e de metais pesados como cromo, cádmio, chumbo, manganês e o próprio ferro, a alta presença da goethita e hematita na composição do rejeito na 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 em 05 de novembro de 2015, existe o risco de que a acumulação desses minerais no rejeito da barragem 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 m^3 de rejeito de minério de ferro foram liberados para a drenagem, dentre os quais “cerca de 18 milhões m^3 foram carreados diretamente para a calha do Rio Gualaxo do Norte e cerca de 16 milhões de 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).

A 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 a do material em suspensão. Ambas alteram o comportamento hidrossedimentológico e da qualidade da água em momentos e 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 topográfica, os quais 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 (CBH-DOCE, 2014). 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 de 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 estado 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 localizado na RPPN Sete de Outubro 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 5-11mm/mês (Tabela 10).

Tabela 10 - Média de variação mensal das chuvas (mm/mês) entre o período de 1985 a 2015 na região onde se localiza a RPPN Sete de Outubro

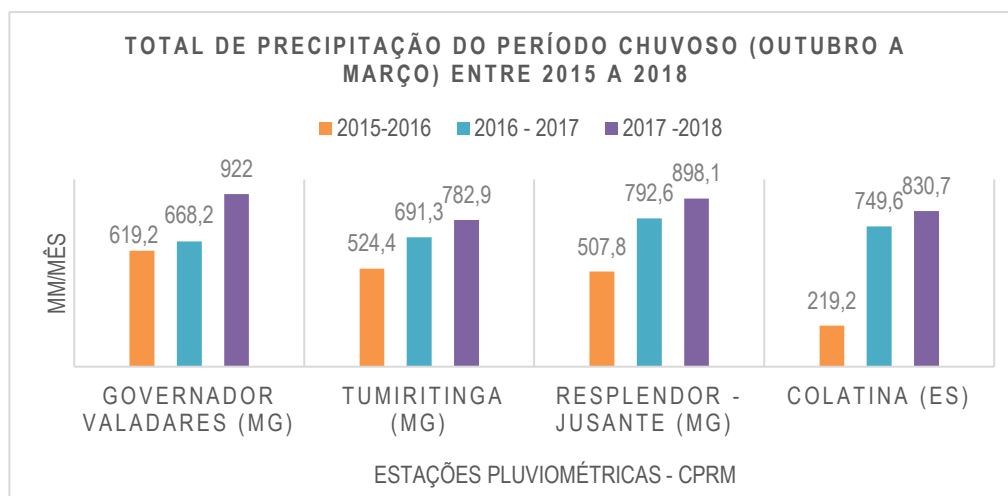
Mês	Faixa (mm)
Janeiro	147-174
Fevereiro	76-92
Março	108-120
Abril	36-44
Maiο	21-27
Junho	8-13
Julho	5-11
Agosto	15-18
Setembro	31-34
Outubro	73-78
Novembro	169-181
Dezembro	216-248

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 na RPPN Sete de Outubro e sua Zona de Amortecimento de forma direta (por efeito da precipitação local) e indireta (pela convergência dos fluxos a montante do local).

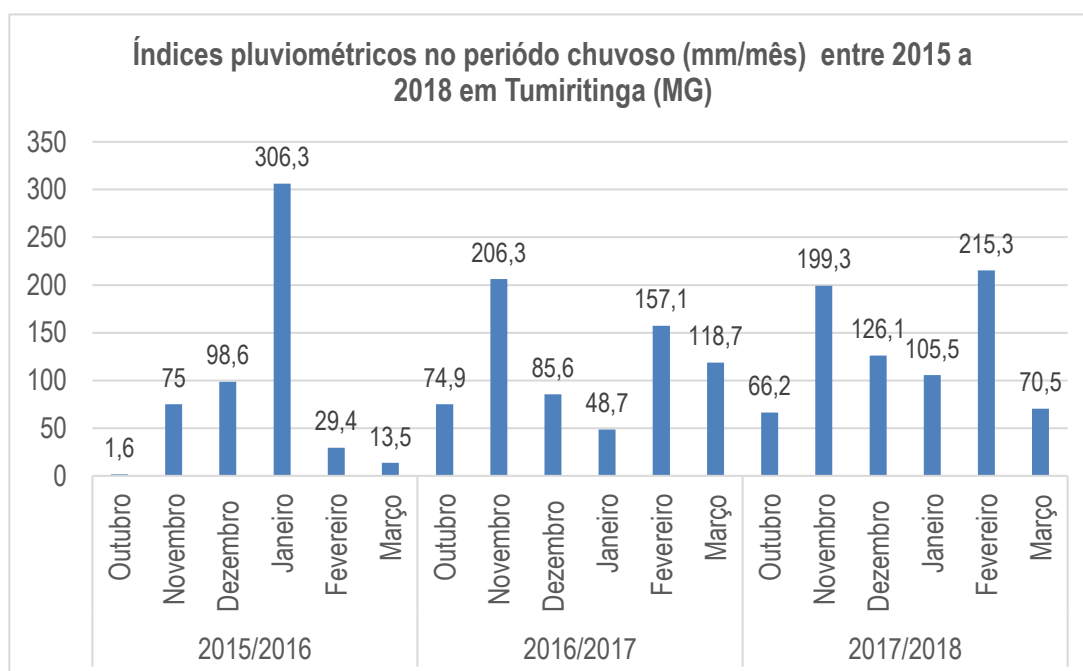
Dessa forma, a fim de possibilitar maiores aprofundamentos a respeito das condições pluviais dessa região, no Gráfico 1 são apresentados os valores totais de chuvas entre os meses de outubro a março (período chuvoso) entre final de 2015 e início de 2018 em quatro estações pluviométricas situadas no médio-baixo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

Gráfico 1 - Total de precipitação do período chuvoso 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 na estação pluviométrica de Tumiritinga (Minas Gerais)



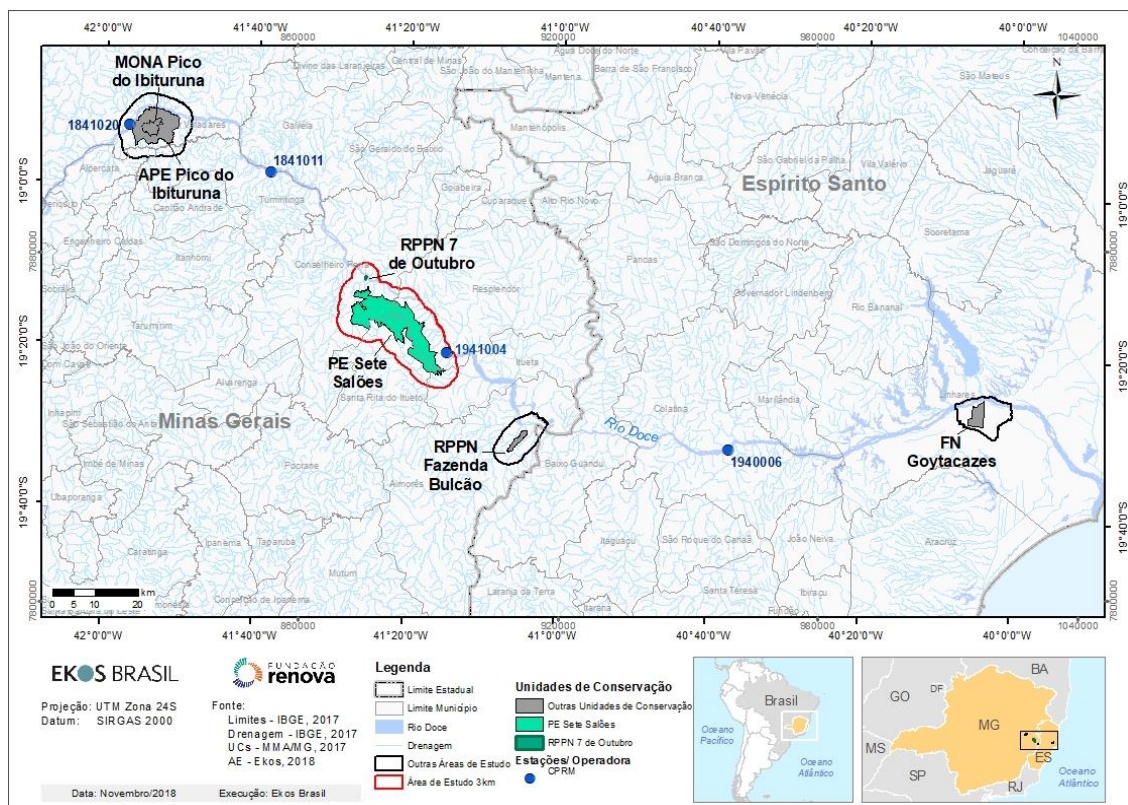
Fonte: Dados da Rede do CPRM (2018)

A partir da análise o Gráfico 1 e o Gráfico 2, pode-se observar que entre 2015 e 2016 a estação de Tumiritinga registrou índices de chuva menores do que em Governador Valadares e superiores aos índices das estações de Resplendor e Colatina. O período chuvoso de 2015/2016 foi o que apresentou os menores valores totais em relação aos períodos chuvosos posteriores (2016/2017 e 2017/2018), sendo que, apenas no mês de janeiro/2016 houve picos de chuva mensal, com totais de 306,3 mm. No período seguinte (entre 2016 a

2017), as máximas foram registradas em novembro de 2016 (206,3 mm/mês) e, posteriormente, entre 2017 e 2018, os picos de chuva foram registrados em fevereiro/2018 (215,3 mm/mês).

A localização das estações pluviométricas em relação a área de estudo pode ser observada no Mapa 3.

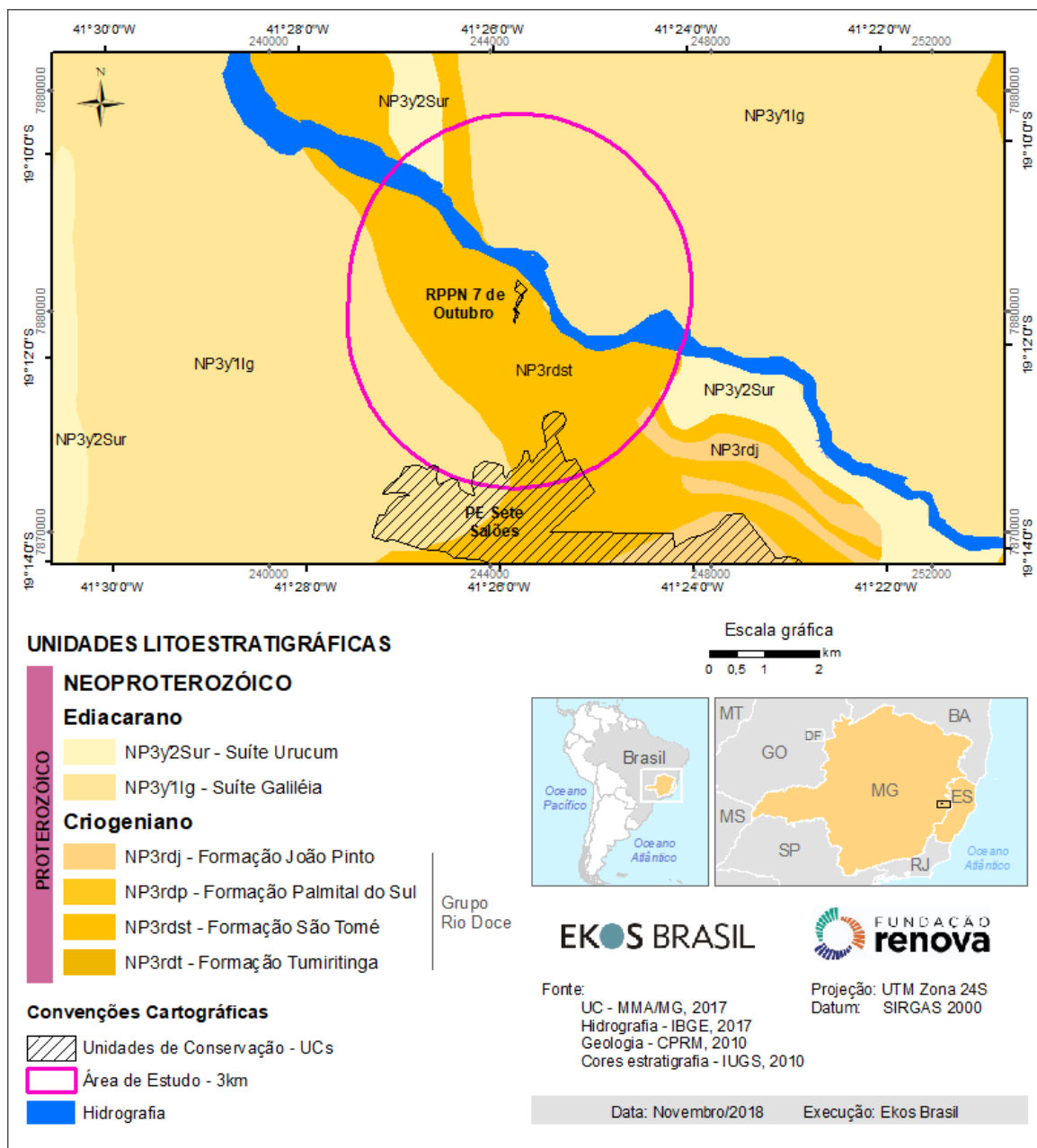
Mapa 3 - Localização das estações pluviométricas em relação a área de estudo



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) 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 situado a RPPN Sete de Outubro e o Parque Estadual Sete Salões, ocorre uma variedade de rochas paleoproterozóico e neoproterozóico, dentre as quais, podem-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 proterozóicas 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). As unidades litoestratigráficas estão representadas no Mapa 4, abaixo.

Mapa 4 – Unidades Litoestratigráficas área de estudo



De acordo com o mapa geológico da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), na área de estudo ocorrem litologias da **Era Neoproterozóica** (1,0 bilhão de anos a 542 milhões de anos) referente aos seguintes Períodos:

Período Criogeniano, com as Formações do Grupo Rio Doce, o qual 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 SAD, 1990). Destacam-se: (i) a Formação São Tomé, com ocorrência de biotita, moscovita e xistos, transicionando a gnaisses xistosos, com porções portando granada e plagioclásio; e a (ii) Formação João Pinto, com predomínio de quartzito, e onde se assenta a cavidade Sete Salões. Além da Caverna Sete Salões, nesse tipo de formação geológica também estão situados os areníticos mais

elevados da Serra das Onças. O local possui três sítios arqueológicos tombados no município de Conselheiro Pena (PESS, 2018).

Período Ediacarano, com Formações Granitóides Pré-Colisionais da Suíte Galileia e Suíte Urucum. 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 Suíte Galileia ocorrem tonalitos e granodioritos foliados. A Suíte Urucum é caracterizada por granada-biotita granito foliado, e na área de estudo esta formação se concentra ao trecho próximo a calha do Rio Doce.

Figura 5 - Imagens das formações rochosas, cavernas e pinturas rupestres do Parque Estadual Sete Salões, proximidades da RPPN Sete de Outubro



Fonte: Turismo No Bari (2018), PESS (2018)

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 desdobramento diretos ou indiretos para outros compartimentos do sistema, incluindo as águas subterrâneas. Por essa razão, se faz necessário a caracterização do contexto hidrogeológico em que se insere a UC, tendo em vista sua relevância para a preservação ambiental.

As águas subterrâneas se encontram alojadas nas fraturas das rochas, após infiltração, principalmente, de precipitações pluviais. 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 crosta terrestre, porém eles 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, porém 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, porém no nível freático são praticamente veiculados apenas como material em solução devido a baixa velocidade e capacidade do fluxo transportar materiais sólidos (CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME. 2010; MPF, 2017).

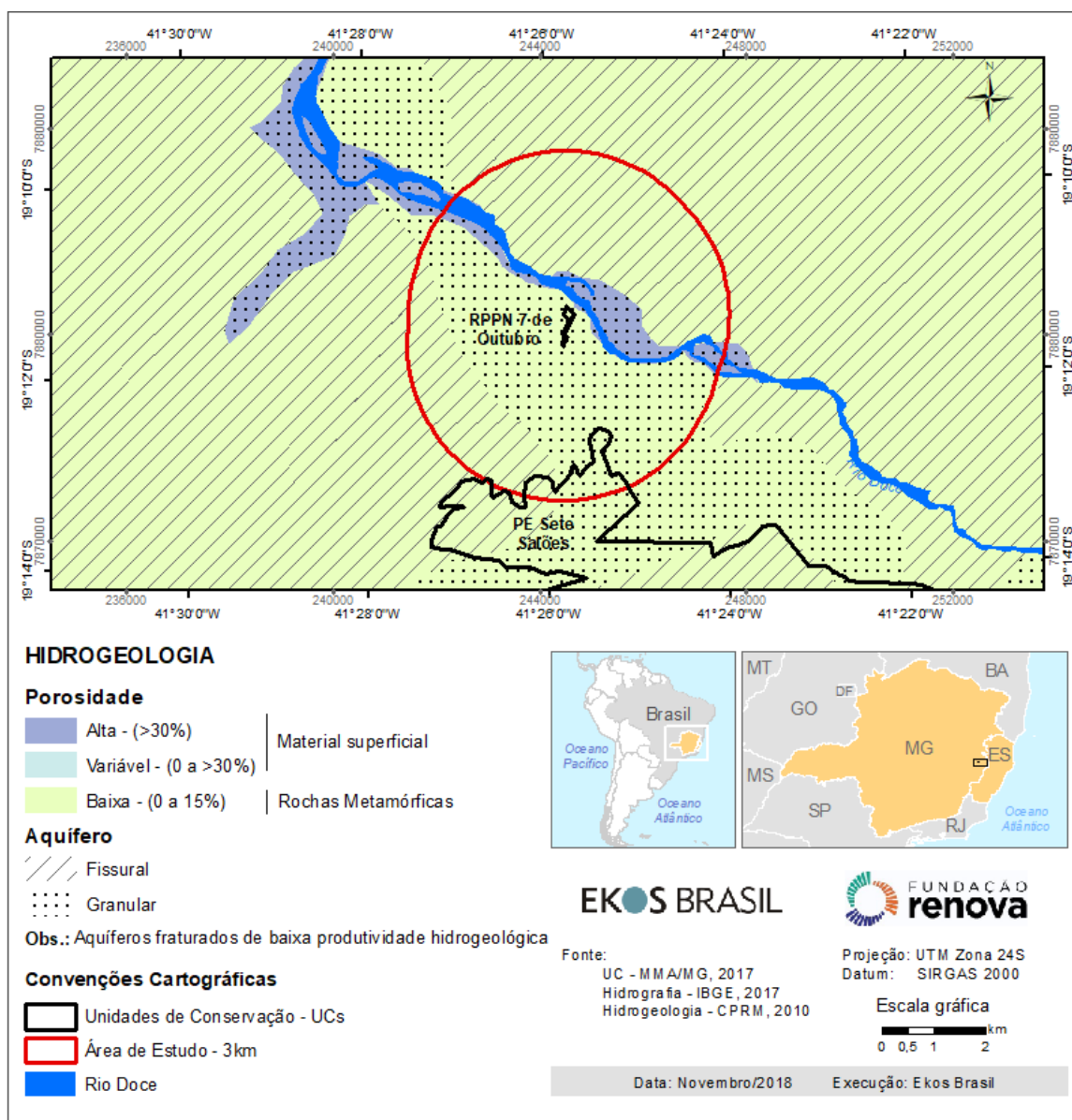
Em relação ao sistema hidrogeológico da bacia do Rio Doce, são identificadas, basicamente, duas unidades aquíferas: granular e fissuradas, diferenciados por sua distribuição espacial, tipos de rocha (estrutura física e química) e condições de armazenamento e circulação de água (CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME.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

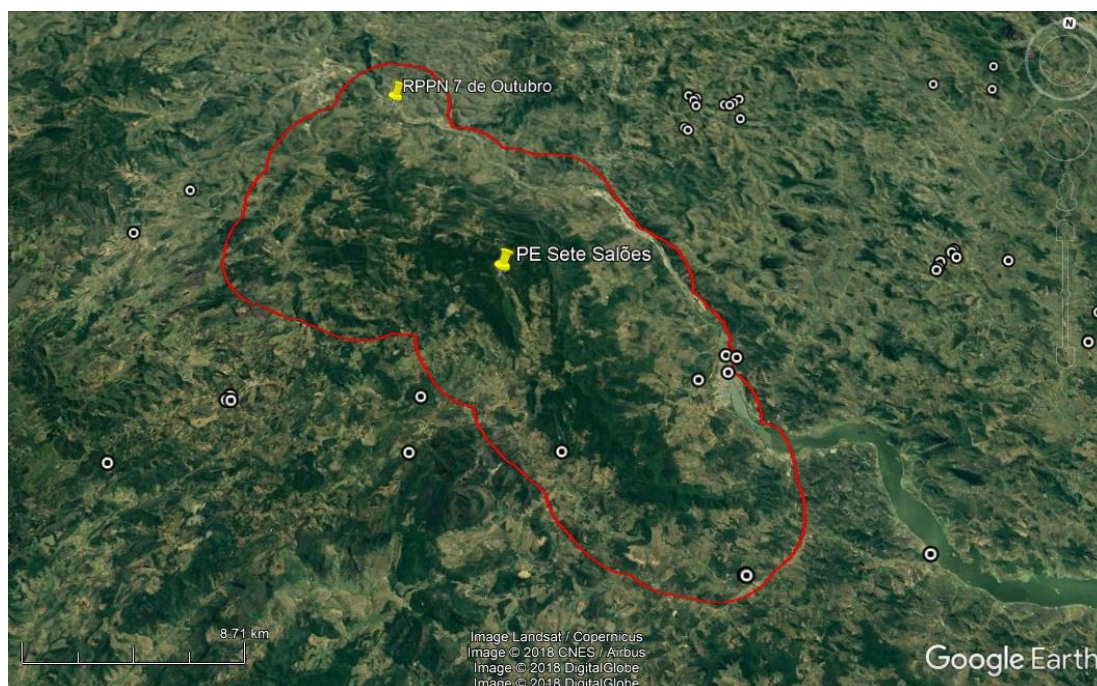
A RPPN Sete de Outubro está situada próxima a calha do Rio Doce, na unidade do Aquífero Granular (CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME. 2010). Vide Mapa 5.

Mapa 5 - Unidades hidrogeológicas onde estão situados a RPPN Sete de Outubro



No Aquífero Granular a porosidade das rochas é elevada (acima de 30%), o que tende a favorecer a vazão da água subterrânea mediante a perfuração de poços. No Aquífero Fissural a porosidade das rochas é mais baixa (inferior a 15%). A partir da base de dados do SIAGAS/CPRM/ (2018), foram identificados seis poços tubulares dentro dos limites da área de estudo (Figura 6).

Figura 6 - Poços tubulares dentro dos limites da área de estudo (linha vermelha): da RPPN Sete de Outubro e do Parque Estadual Sete Salões.



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 m 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 ¹ :	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 ²	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 CaCO ₃ (mg.L ⁻¹)		114		338				1,44	27,3		
FerroTot (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				-	-		

¹Localidade: (1) Est. Experimental Filogônio Peixoto; (2) Cooperativa Agropecuária; (3) Copasa. ²Vazão - Estabilização (m³/h). Fonte: Adaptados do MPF (2017a); CPRM (2018).

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 visitada, faz ver que o ferro, por exemplo, pode ser identificado em concentrações maiores do que 4,9 mg.L⁻¹, 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⁻¹. 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⁻¹, podendo variar mais do que isso em condições naturais (MPF, 2017a).

4.1.2.5 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), a área de estudo da RPPN Sete de Outubro está inserida no domínio de morros e serras baixas, com amplitudes topográficas variando entre 80 a 200 m, e declividades de 15° a 35°. Nesse trecho, essas unidades de relevo prevalecem ocupando as duas margens do Rio Doce, que segue na direção noroeste-sudeste. Seguindo nas direções sudoeste, sul e sudeste da área de estudo, mas ainda ocupando boa parte de sua Zona de Amortecimento, os morros vão cedendo lugar a formações montanhosas conforme se distanciam do Rio Doce, ganhando altitudes que podem chegar até 2000 m e declividades elevadas, entre 25° a 45°.

Figura 7 - Cachoeiras e mirantes que ocorrem nos limites da área de estudo



**Córrego
Palmeira**



Cachoeira do Copão – Alto Aparecida



Mirante da Fenda

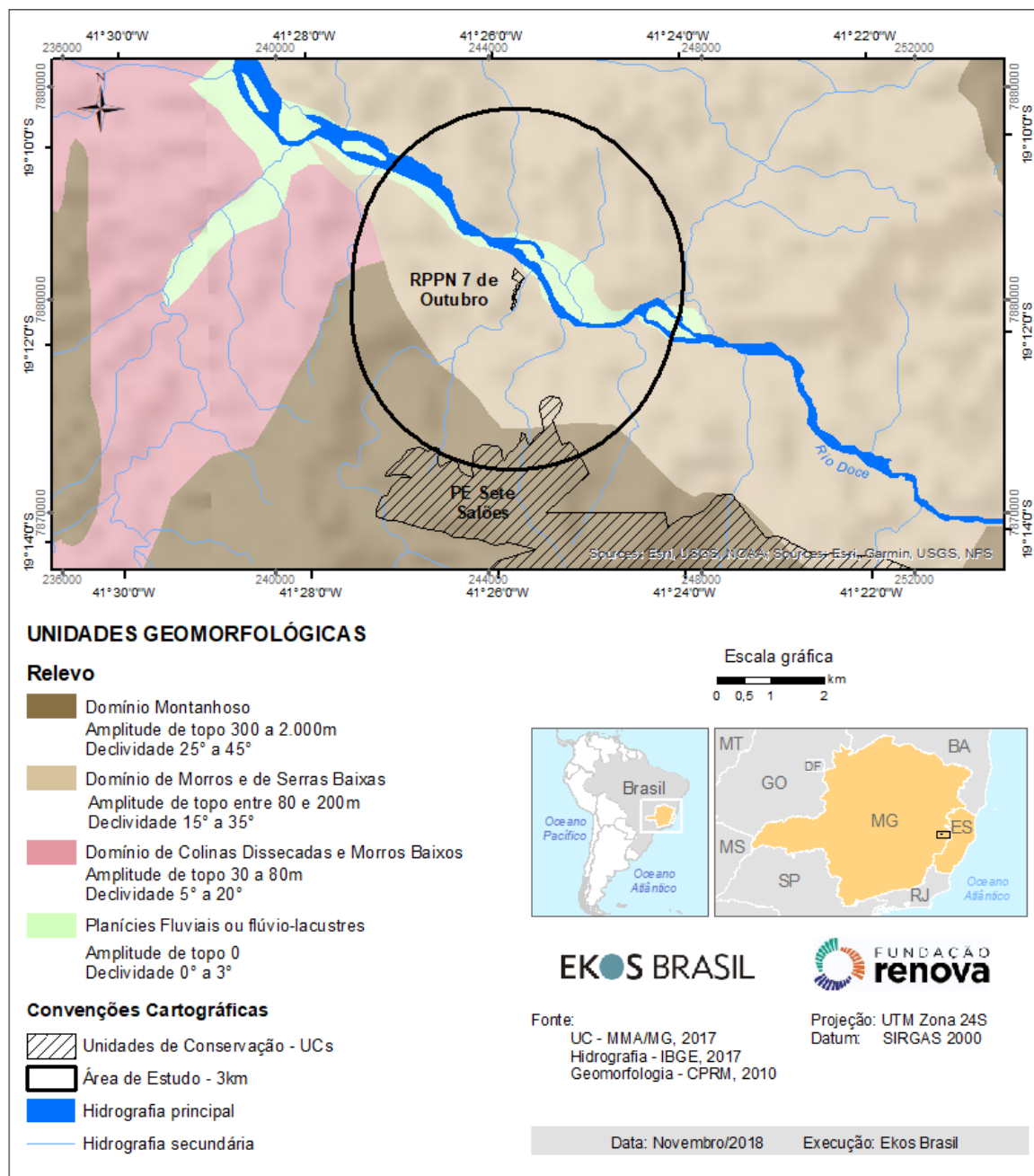


Vista do Alto Mandengo

Fonte: PESS (2018).

No contínuo da paisagem montanhosa, os limites da RPPN Sete de Outubro e respectiva área de estudo (raio de 3 km) se mesclam com os do Parque Estadual Sete Salões. Nesse ambiente a geomorfologia é diversa, abrigando inúmeras cachoeiras e mirantes paisagísticos (PESS, 2018) (Mapa 6).

Mapa 6 - Unidades geomorfológicas da região onde está situada a RPPN Sete de Outubro



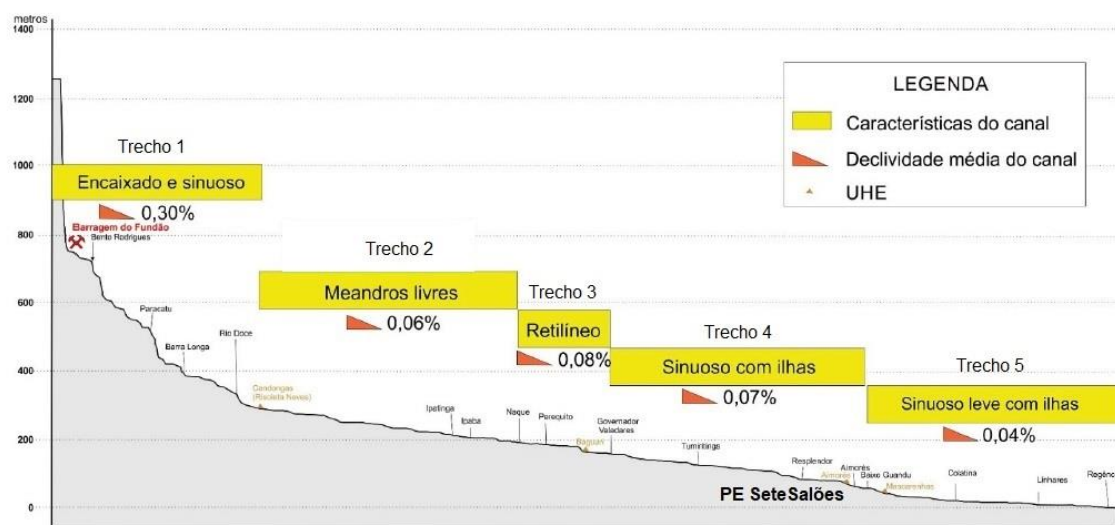
Analisando o relevo em escala regional, as duas unidades de relevo (montanhas e serras baixas) presentes na área de estudo, se enquadram dentro do contexto de geoforma “mar de morros”, formando colinas que margeiam o Rio Doce na altura dos municípios de Tumiritinga e Conselheiro Pena, em Minas Gerais. Neste ambiente predominam morfologias associadas a rochas ígneo-metamórficas paleo a neoproterozóicas, com grande variação topográfica devido as diferentes litologias das rochas granitoides e arranjos tectônicos (STRAUCH, 1955; SOUZA, 1995; SAADI E CAMPOS, 2015, p. 74). De acordo com Saadi e Campos (2015), em termos gerais, o compartimento de mares de morros dessa região corresponde ao “testemunho de uma superfície de aplainamento pós-cretácea inclinada de oeste para leste, mas dentro da qual falhamentos e movimentos epirogênicos tardios foram responsáveis por elevações de blocos e/ou agrupamentos de pontões”. O controle estrutural dessa geoforma nesse trecho condiciona o escoamento do Rio Doce de noroeste para sudeste, fazendo com que a drenagem principal percorra zonas de falhamento e de menor

de 147 km, e largura de canal que pode variar de 150 m, onde é mais estreito, até ultrapassar 1000 m, valores que quase alcançam as dimensões laterais máximas da barragem da UHE de Aimorés, localizada a jusante da área de estudo. Essa largura do Rio Doce no trecho 4 se associa a um comportamento sinuoso da hidrografia e de morfologias marginais bastante irregulares, alternando entre afloramentos rochosos e alvéolos, onde baixos terraços fluviais podem atingir dimensões de até 500 metros. Em grandes larguras do canal não se relacionam com lâminas de águas contínuas, mas com as numerosas e extensas ilhas rochosas, indicando características de hidrografia anatomosada (SAADI E CAMPOS, 2015, p. 86).

O forte controle litológico e tectônico na drenagem é evidenciado pela extensão e frequência com que os afloramentos rochosos ocorrem no leito do rio, assim como também uma grande quantidade de ilhas rochosas, algumas vezes cobertas por uma fina camada de sedimentos. Nesse contexto morfo-estrutural, a profundidade do canal varia bastante, apesar de ser frequentemente raso. A base rochosa do canal, confinado o fluxo fluvial nas zonas mais estreitas de fraturas e falhas litológicas, induz a uma dinâmica hídrica que favorece o transporte de sedimentos em detrimento de sua deposição. Dessa forma, a formação de bancos de área, nesse trecho vai ocorrer, predominantemente, a montante das pontas das ilhas. Nos períodos de cheia, os sedimentos que chegam até esse trecho são transportados para jusante de forma bastante eficiente por um fluxo turbulento de água e sedimentos oriundos de zonas mais elevadas do Rio Doce e de seus tributários, alimentando o modelado do trecho da hidrografia que antecede sua conexão com o oceano Atlântico (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.



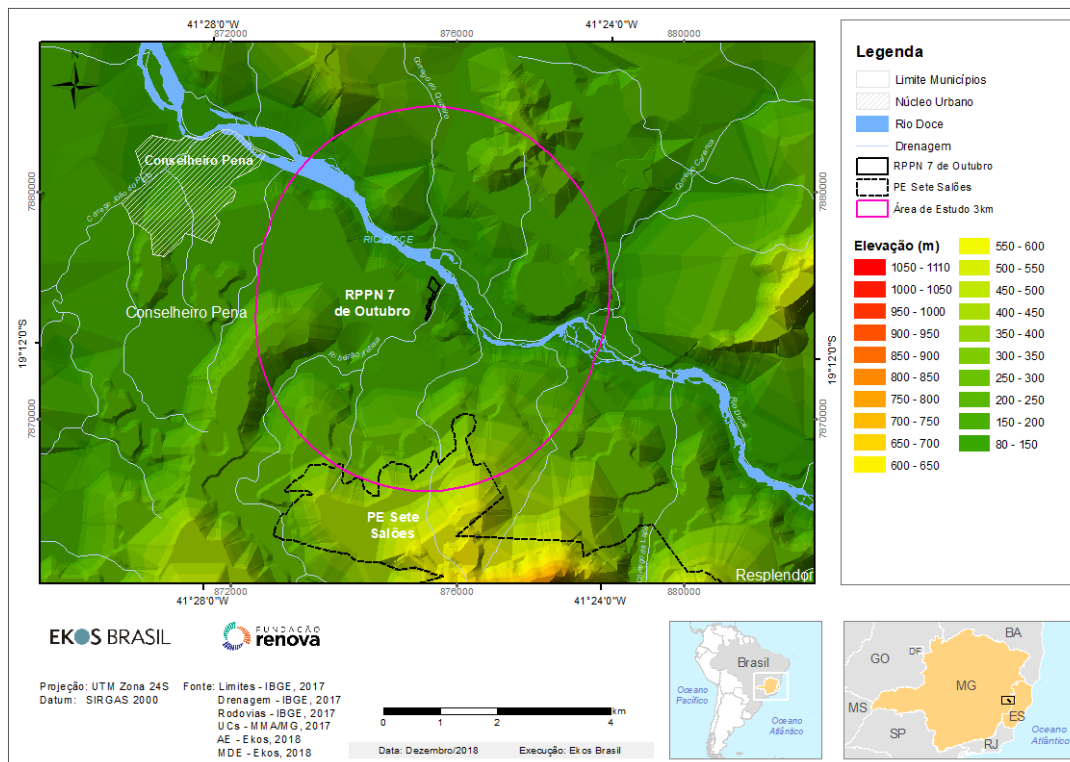
Fonte: Adaptado de Saadi e Campos (2015).

A carga de 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).

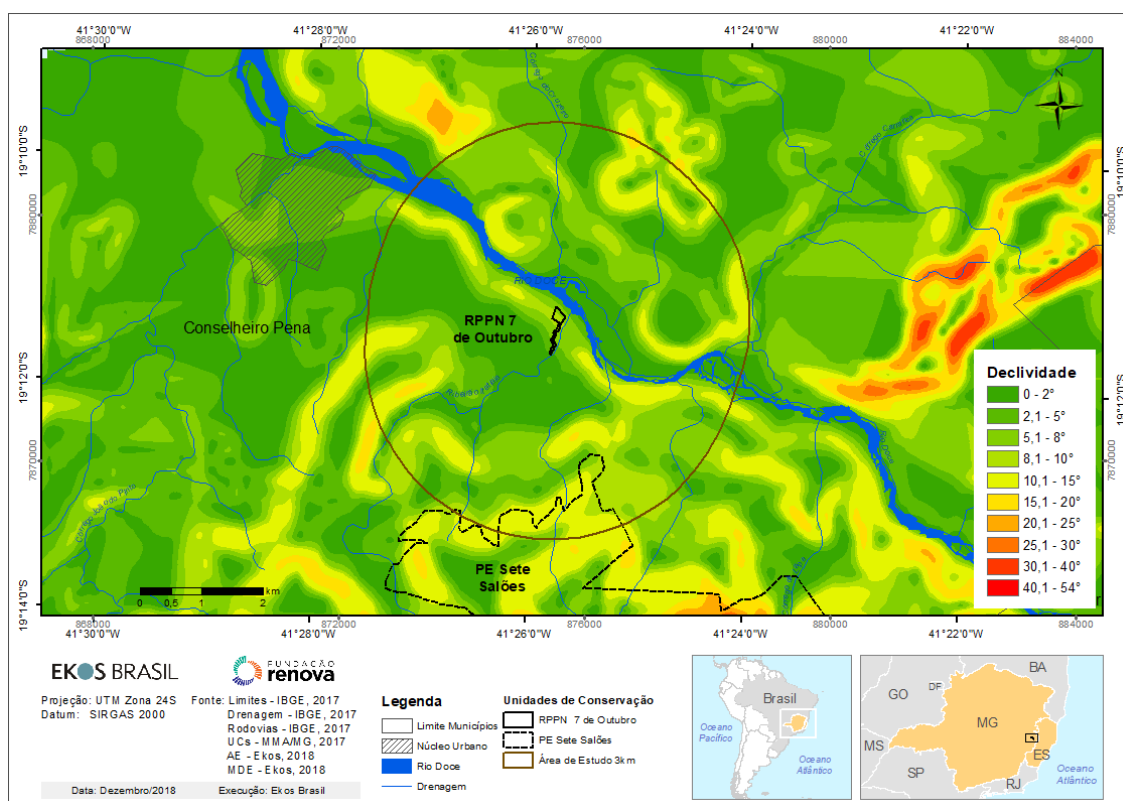
Observando os mapas de hipsometria (elevação) e declividade, percebe-se que a RPPN Sete de Outubro está posicionada em terrenos um pouco mais elevados e mais íngremes em relação a calha do Rio Doce,

onde se concentrou os impactos e efeitos originados do rompimento da Barragem de Fundão. Nesse trecho, próximo da RPPN, a altimetria do Rio Doce na área de estudo está entre 80 a 150 m , com declividades que podem variar de 0 a 15° graus (Mapa 8 e Mapa 9).

Mapa 8 –Hipsometria da região da RPPN Sete de Outubro



Mapa 9 – Clinográfico da região da RPPN Sete de Outubro



No trecho do Rio Doce indicado pelos mapas de elevação e declividade (Mapa 8 e Mapa 9), 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 também pode 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” STEVAUX 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 coberta 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 8).

Figura 8 - Exemplos de tipos de feições fluviais de deposição de sedimentos na área de estudo

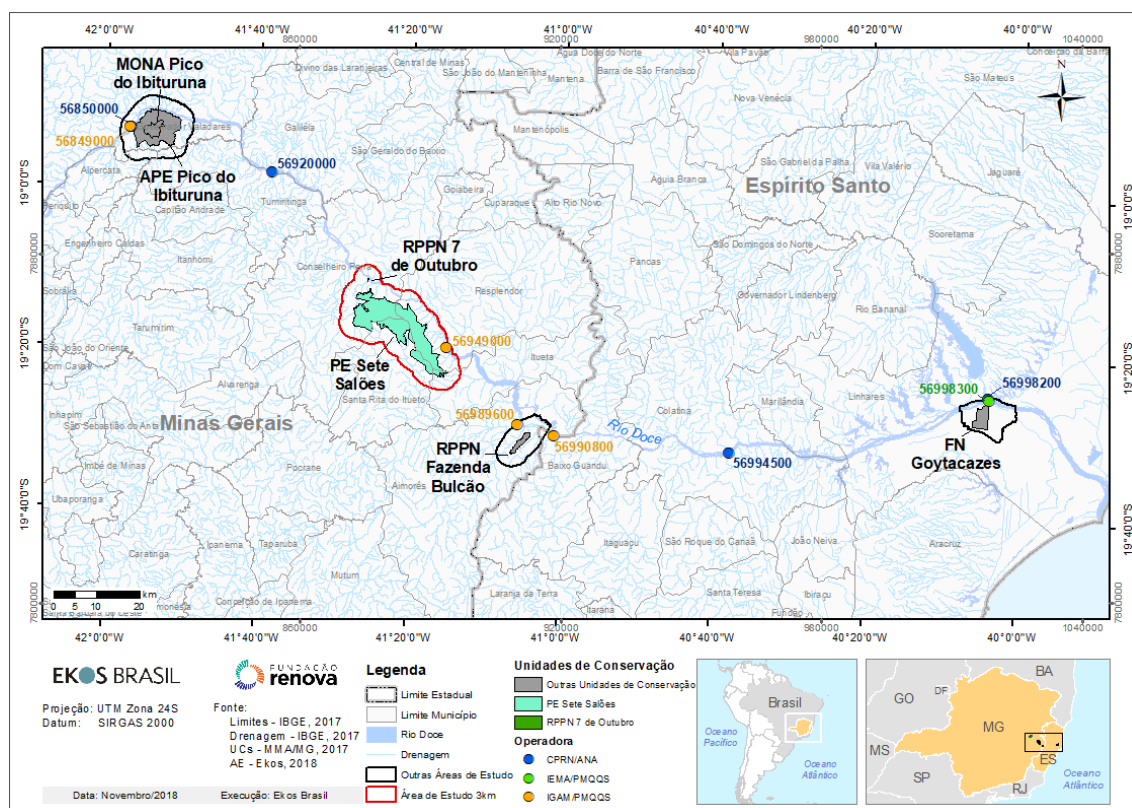


Fonte: Google Earth (2018)

4.1.2.6 Hidrossedimentologia

As análises hidrossedimentológicas se basearam em informações levantadas pela estação fluviométrica mais próxima da área de estudo, identificada no Mapa 10 pelo código do CPRM/ANA: 56920000 (CPRM/ANA, 2015a; 2015b; IGAM/MG, 2017); ANA; 2018; PMQQS, 2018; GOLDER, 2018).

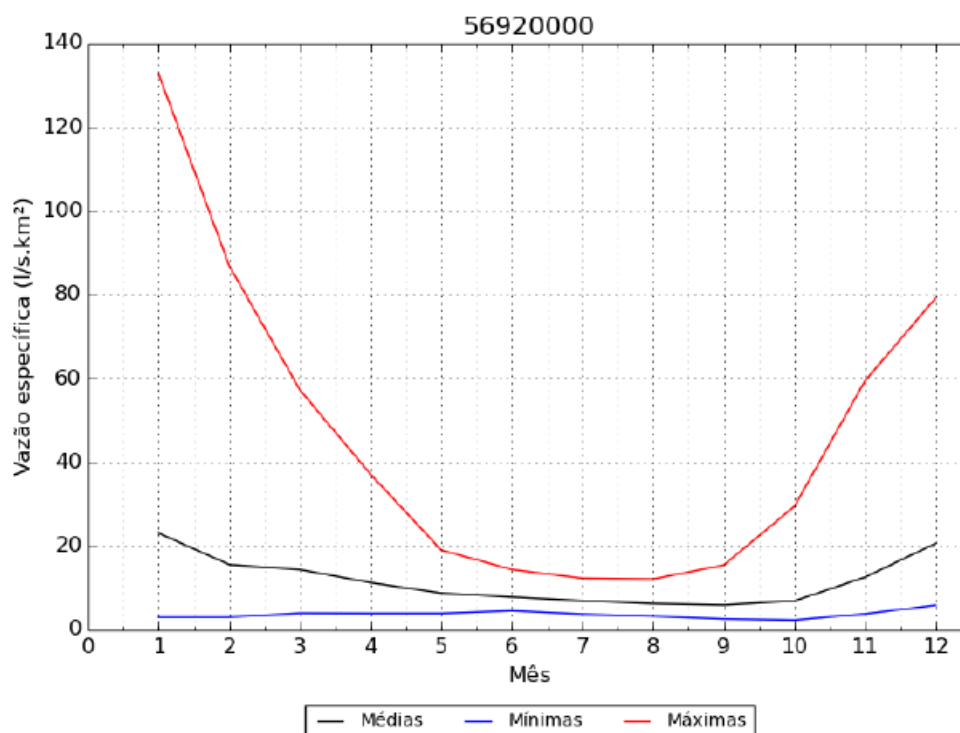
Mapa 10 – Localização das estações fluviométricas mais próximas da área de estudo



Fonte: CPRM/ANA (2015a; 2015b), IGAM/MG (2017), ANA (2018), PMQQS (2018).

Para ilustrar o comportamento histórico das descargas líquidas e sólidas na estação fluviométrica selecionada (código 56920000) são apresentados os resultados gráficos obtidos pelo MPF (2017a) no Gráfico 4 e Tabela 12.

Gráfico 4 - Representação gráfica das vazões mínimas, médias e máximas mensais entre o período de 1985 a 2015 na estação do CPRM 56920000, entre os municípios de Tumiritinga e Galiléia (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 56920000.

Vazões médias mensais de longo termo na estação fluviométrica selecionada	
Código	56920000
Nome da Estação	Tumiritinga/Galiléia - MG
Área de Drenagem (km²)	55100
Data de início	01/01/1985
Data de fim	31/05/2015
MLT absoluta (m³/s)	644,3
MLT específica (l/s/km²)	11,7
Faixa Máxima Diária L/S/Km²	366 a 552
Faixa Mínima Diária L/S/Km²	1,65 a 2,47

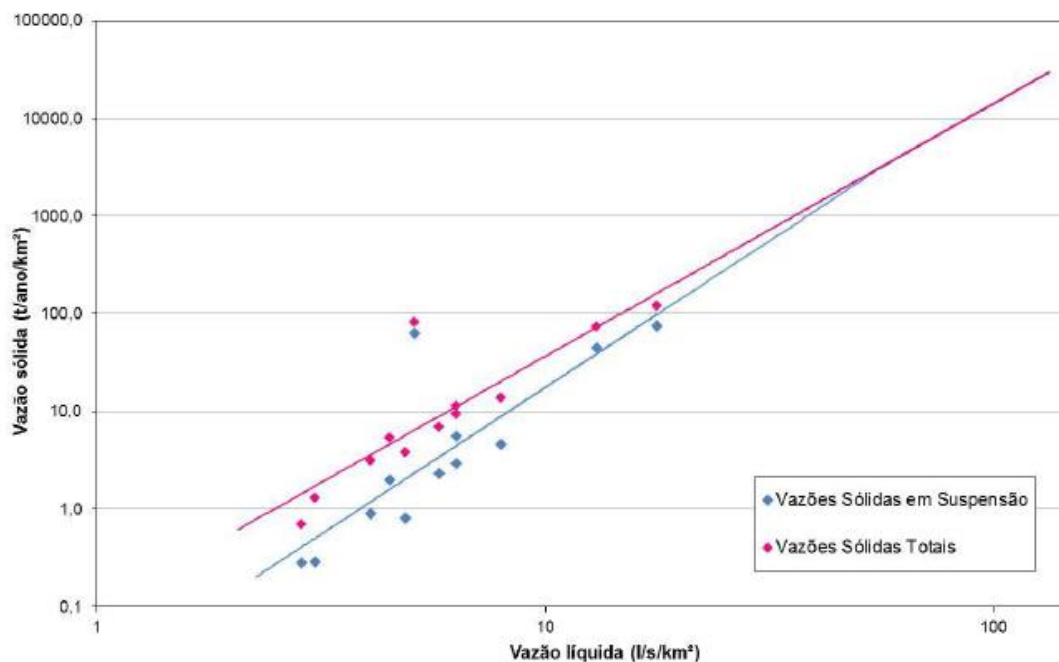
Fonte: MPF (2017a).

De acordo com o MPF (2017, 2017a), o trecho do médio-baixo Rio Doce, onde está localizada a RPPN Sete de Outubro, apresentou vazões médias específicas pontuais (por área) entre 1985 até 2015, na faixa de 8,46 a 11,65 L/S/Km², com máximas diárias de 366 a 552 L/S/Km² e mínimas de 1,65 a 2,47 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), conforme Gráfico 5.

Gráfico 5 - Representação gráfica da curva chave de sedimentos entre o período de 1998 a 2015 na estação 56920000, entre os municípios de Tumiritinga e Galileia (MG).



Fonte: MPF (2017a).

4.1.2.7 Qualidade da Água

Dezenove anos de monitoramento de qualidade de água na Estação Fluviométrica de Redenção (1997-2015) 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. Os Gráficos abaixo apresentam séries temporais selecionadas, dentre todas as 62 variáveis de resposta monitoradas pelo IGAM e sintetizadas na Tabela 3.

Parâmetros básicos de qualidade de água (Tabela 3a do Anexo I).

Sólidos totais, sólidos dissolvidos totais, sólidos em suspensão totais (Gráfico 6) 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, e ao menos 90% dos valores observados para sólidos dissolvidos totais estiveram dentro dos padrões de qualidade de água para rios de Classe 2 ao longo destes dezenove 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 óxido-redução, esteve em mais de 90% das observações acima do padrão CONAMA (5 mg/L). Na verdade o 10º percentil (6.8 mg/L) esteve bem acima do padrão CONAMA e apenas uma amostra em 92 esteve abaixo de 5 mg/L (Faixas de valores de pH (acidez), alcalinidade (capacidade de neutralização de ácidos) e dureza (concentração de cátions polivalentes, especialmente Ca^{++} e Mg^{++}) são também apresentados no Gráfico 7. Destes, apenas pH é considerado na Resolução CONAMA 357; todos os 92 valores medidos estiveram dentro da faixa de $6 \leq \text{pH} \leq 9$.

Metais e outros elementos químicos (Tabela 3b do Anexo I).

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, 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 a qualidade da água do Rio Doce, esta linha-de-base é apresentada na Tabela 3b. 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 na Gráfico 8, ao menos 75% das amostras de amostras de água do Rio Doce analisadas para ferro dissolvido (88%), alumínio dissolvido (90%; 19 das 21 amostras <LQ) e manganês total (78%) estiveram abaixo dos padrões CONAMA.

Entre os metais de mais alta relevância toxicológica (presentes em 3 listas de preocupação prioritária: CEPA 1999, EC 2001 e USEPA 2006) mercúrio esteve abaixo do limite de quantificação em 36 de 37 amostras, cádmio em 33 de 35 amostras de água do Rio Doce analisadas e chumbo em 25 de 35 amostras. Excederam padrões de qualidade CONAMA 1 amostra de mercúrio, 1 de cádmio e 6 de chumbo. 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 cromo total, selênio total e zinco total; ao menos 90% das amostras estiveram abaixo dos padrões CONAMA para cobre dissolvido; e ao menos 75% para arsênio total usando o 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 ug/L), que está abaixo do limite de quantificação empregado (0,30 ug/L), Gráfico 9.

Macronutrientes: séries de nitrogênio, fósforo e potássio (Tabela 3c do Anexo I).

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 1997 e 2015 nenhuma amostra de nitrito, nitrato ou nitrogênio amoniacal, mas 8 de 91 amostras de fósforo total excederam os padrões de qualidade de rios de Classe 2 na Estação de Monitoramento Fluviométrico de Resplendor (Gráfico 10). De acordo com a concentração de fósforo o Rio Doce em Resplendor configura um corpo d'água eutrófico (75% das amostras estão acima do limiar para 'eutrófico' de 30ug/L; Wezel 2001).

Contaminantes microbiológicos (Tabela 3d do Anexo I).

A linha-de-base para contaminação microbiológica do Rio Doce conforme indicada por coliformes totais, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* e estreptococos fecais está dispobinilizada na Tabela 3d do Anexo I e Gráfico 11.

Contaminantes orgânicos (Tabela 3e do Anexo I).

A linha-de-base para contaminantes orgânicos do Rio Doce conforme indicada por DBO, DQO, fenóis, óleos e substâncias tensoativas está dispobinilizada na Tabela 3e do Anexo I e Gráfico 11. Nota-se que a carga orgânica em Resplendor é baixa; apenas 3 de 92 amostras apresentaram valores de DBO acima do padrão CONAMA de 5 mg/L.

Fitoplâncton (Tabela 3f do Anexo I).

Indicadores de biomassa de fitoplâncton (isto é, de algas microscópicas em suspensão), como a clorofila *a* (Tabela 3f do Anexo I) e seu produto de degradação, a feofitina, bem como a contagem de cianobactérias, são apresentados na Gráfico 12. Há padrões CONAMA para a concentração de clorofila *a* apenas; seis de 53 amostras (11%) excederam este padrão.

Gráfico 6 - Linha-de-base de sólidos em suspensão totais (acima) e turbidez (abaixo) na água do Rio Doce em Resplendor (Estação IGAM RD059) nos 19 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.

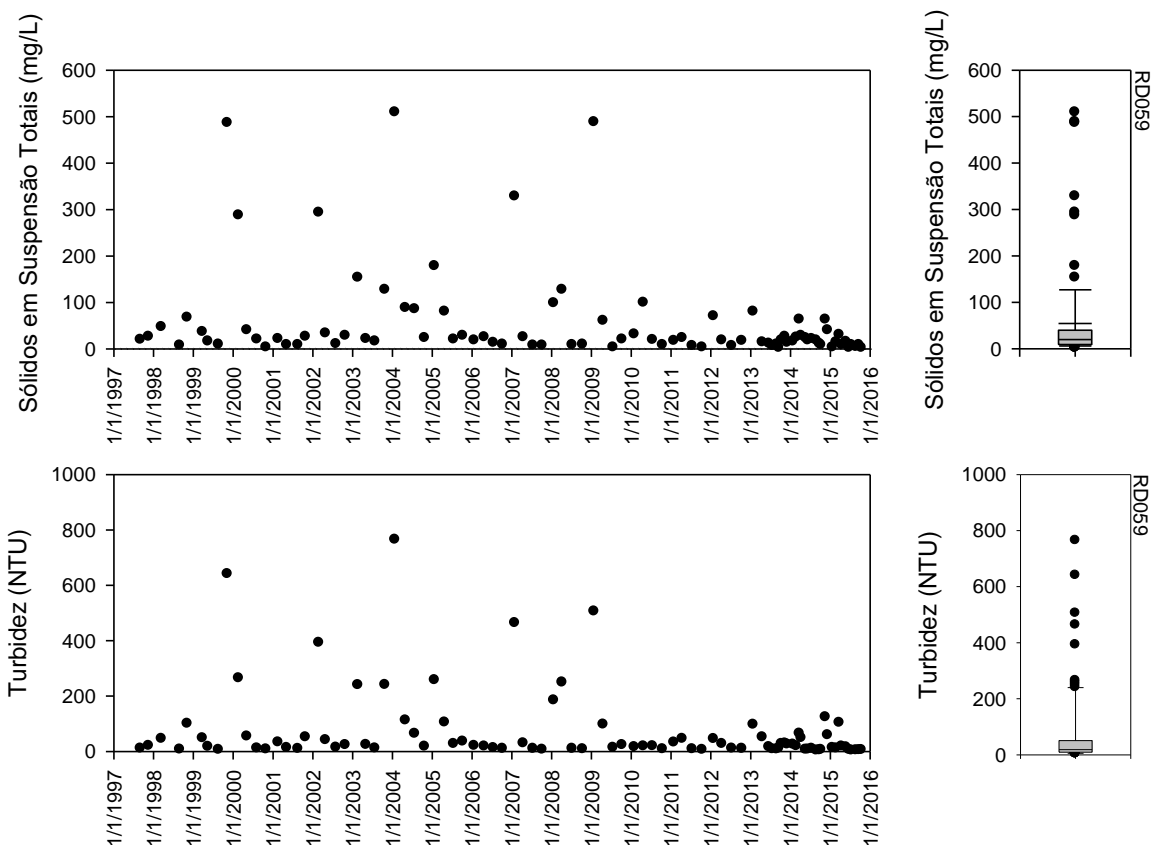


Gráfico 7 - Linha-de-base de parâmetros básicos de qualidade de água do Rio Doce em Resplendor (Estação IGAM RD059) nos 19 anos que precederam o rompimento da Barragem do Fundão.

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.

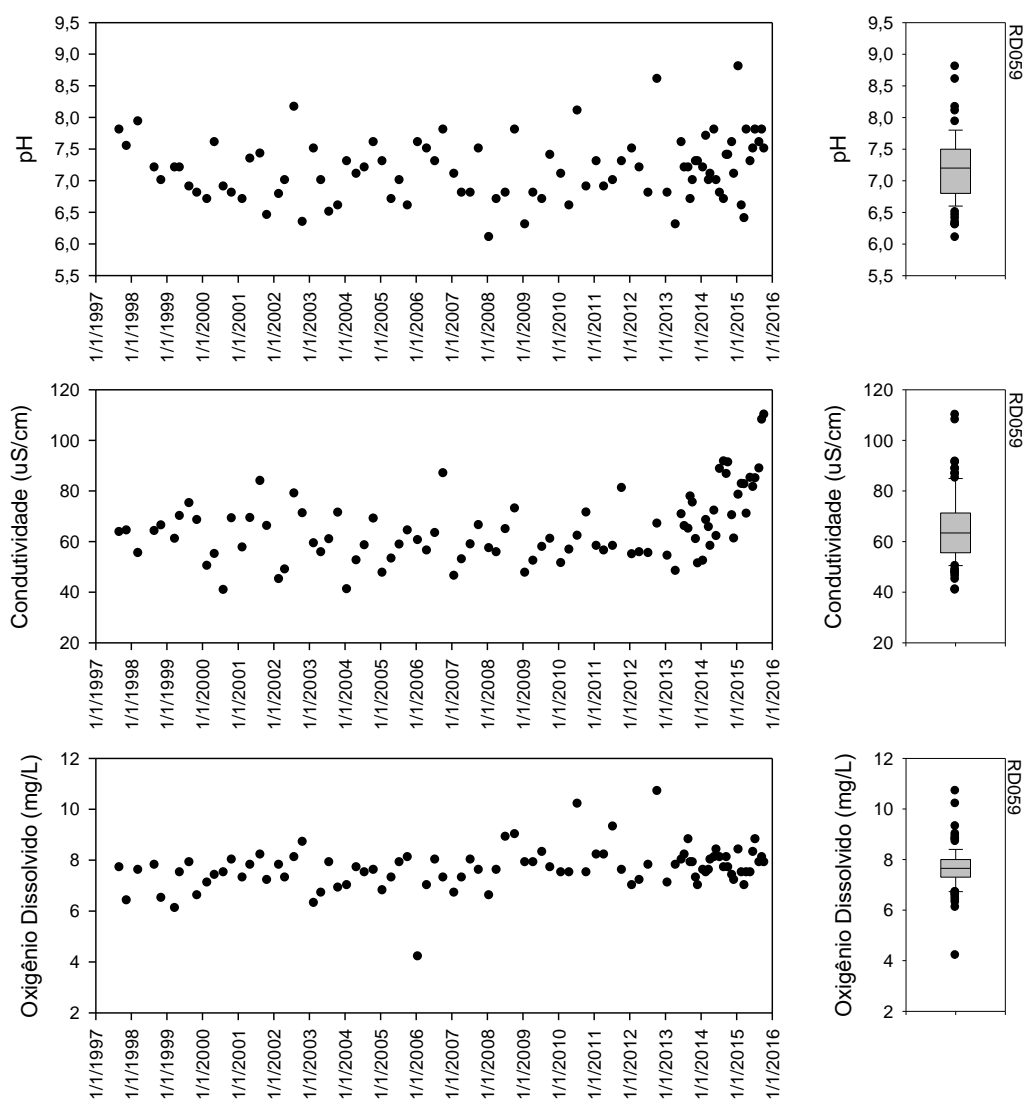


Gráfico 8 - Linha-de-base do (a) Ferro Dissolvido (b) Alumínio Dissolvido e (c) Manganês Total na água do Rio Doce em Resplendor (Estação IGAM RD059) nos 19 anos que precederam o rompimento da Barragem do Fundão.

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. Todos os pontos de dados caindo sobre a linha horizontal pontilhada estão, na verdade, abaixo do limite de quantificação (0,10 mg/L para Al e 0,05 mg/L para Mn). Dados do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), acessados em novembro de 2018.

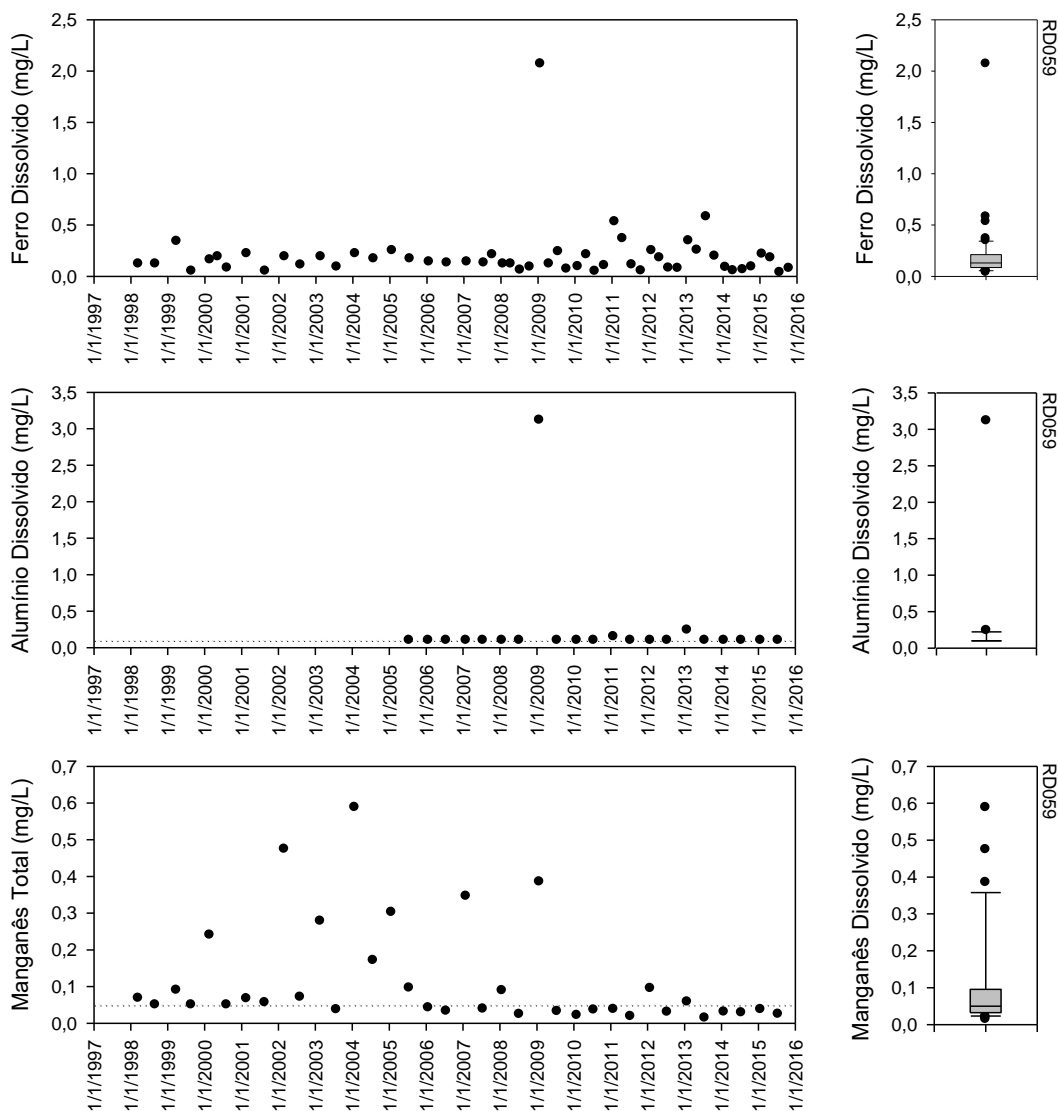
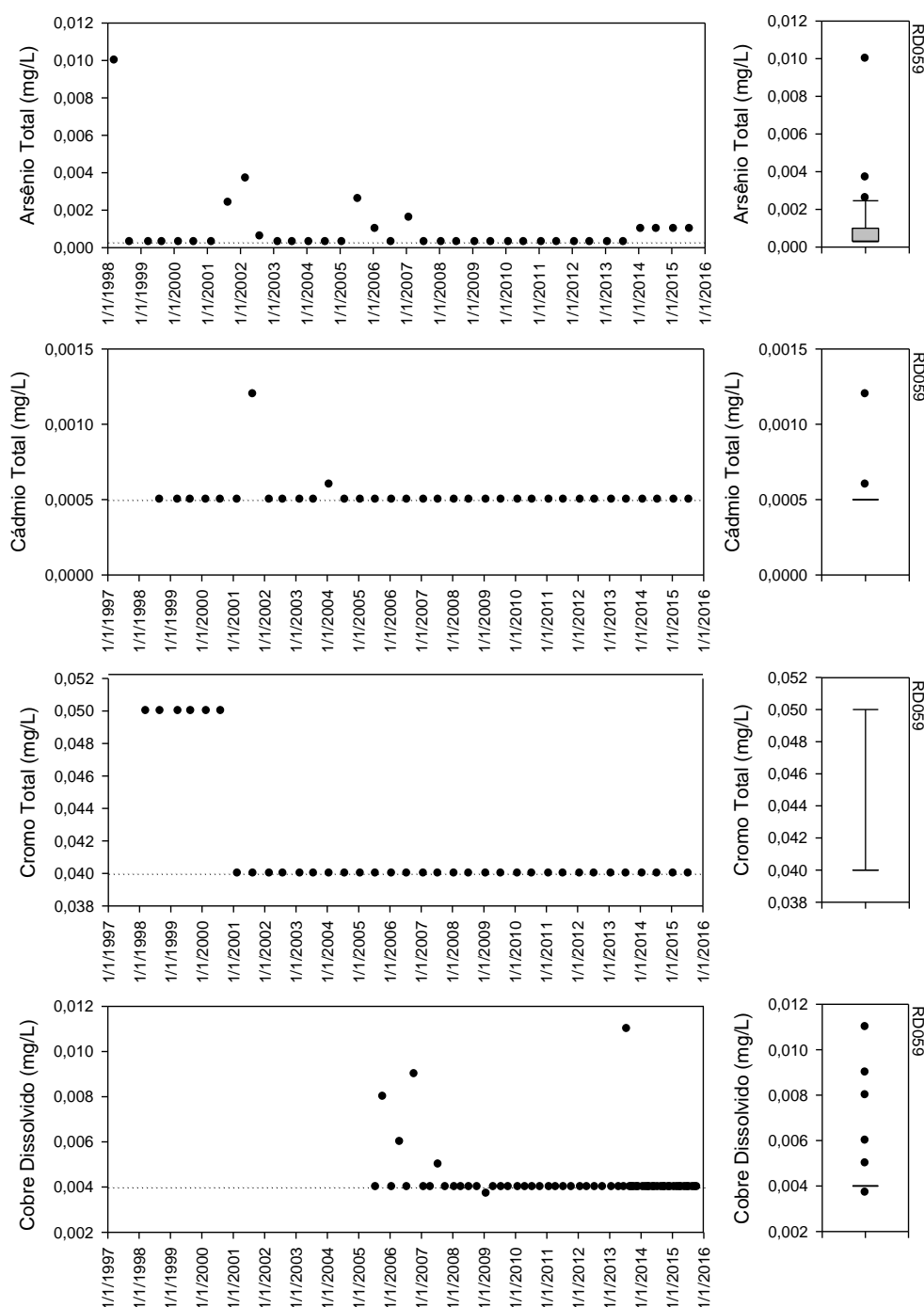


Gráfico 9 - Linha-de-base das concentrações de Arsênio Total, Cádmio Total, Cromo Total, Cobre Dissolvido, Mercúrio Total, Chumbo Total, Selênio Total e Zinco Total na água do Rio Doce em Resplendor (Estação IGAM RD059) nos 19 anos que precederam o rompimento da Barragem do Fundão.

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, 0,2 ug/L para Hg, 0,005 mg/L para Pb, 0,0005 mg/L para Se, 0,01 mg/L para Zn). Dados do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), acessados em novembro de 2018.



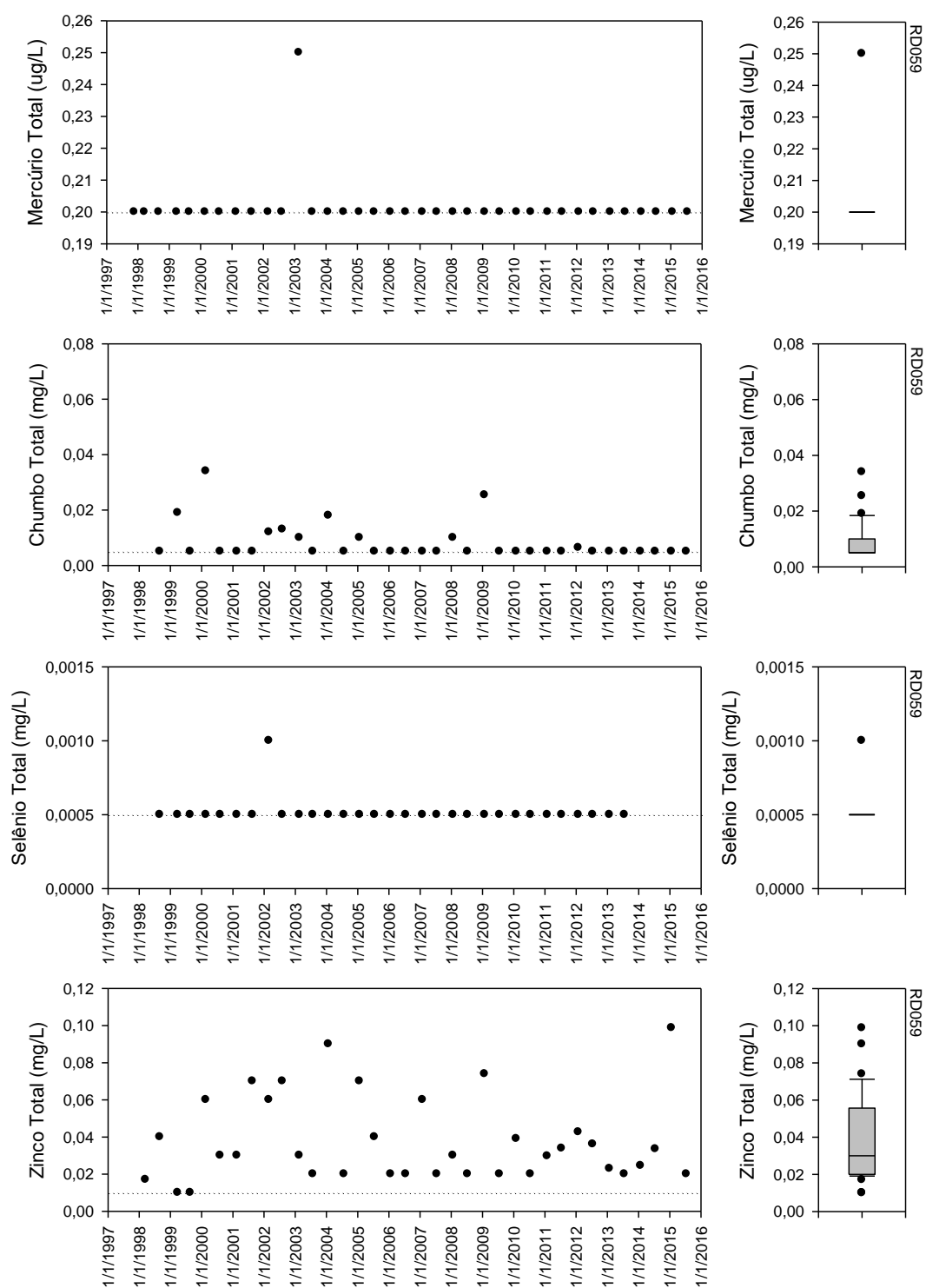
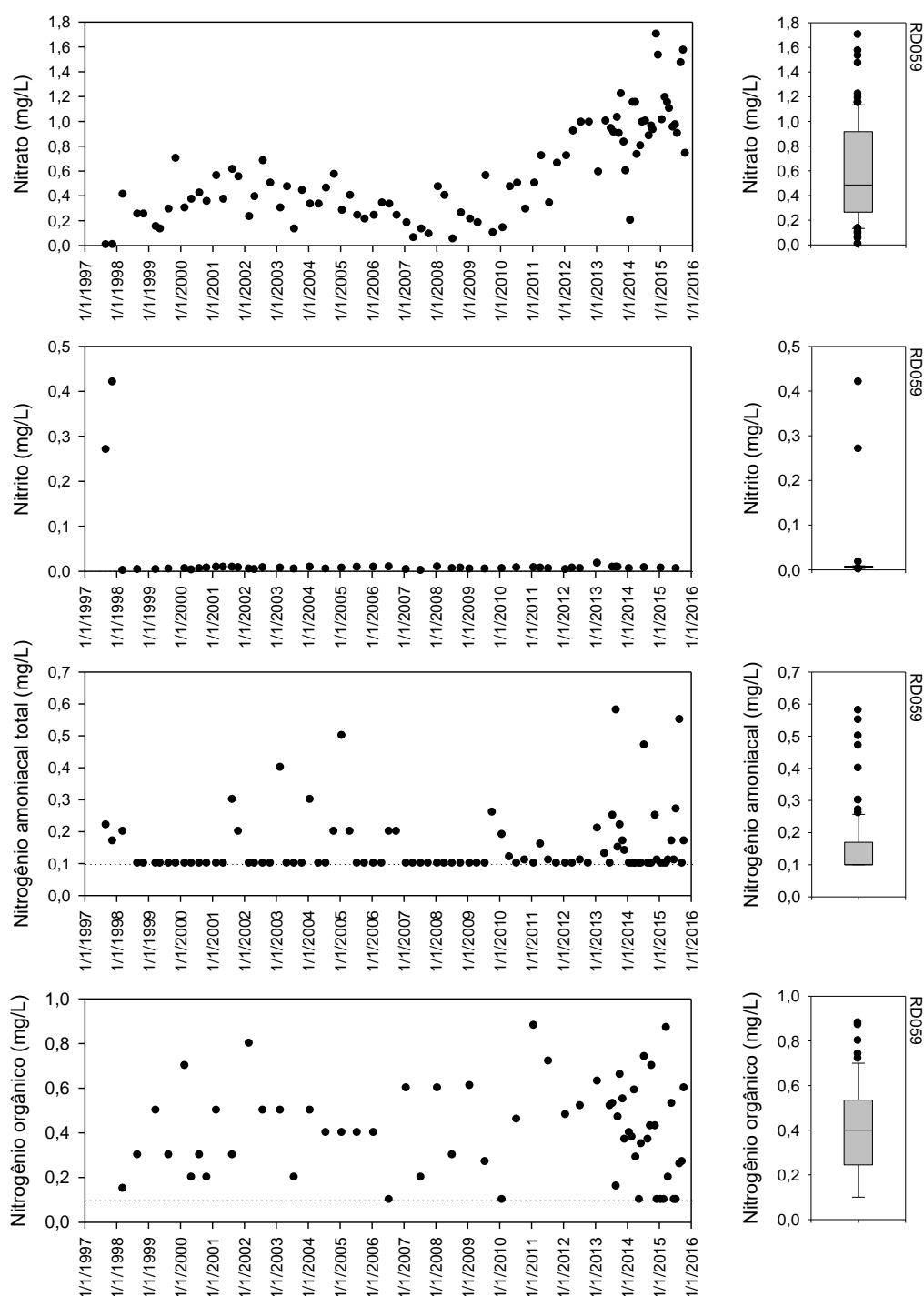


Gráfico 10 - Linha-de-base de concentração de nitrogênio e fósforo na água do Rio Doce em Resplendor (Estação IGAM RD059) nos 19 anos que precederam o rompimento da Barragem do Fundão.

(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 25°, o 50° (=mediana) e o 75° percentil; as barras inferior e superior o 10° e o 90° 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.



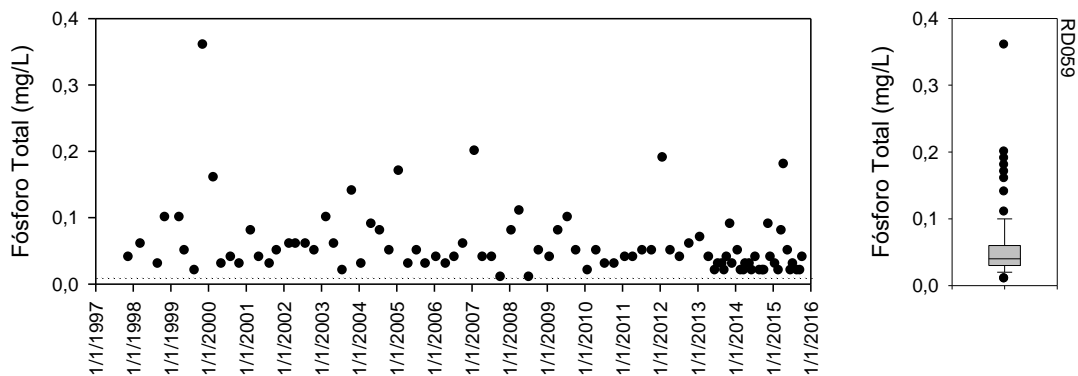


Gráfico 11 - Linha-de-base da contaminação orgânica e microbiológica da água do Rio Doce em Resplendor (Estação IGAM RD059) nos 19 anos que precederam o rompimento da Barragem do Fundão.

Demanda Bioquímica de Oxigênio (acima) Concentração de coliformes termotolerantes ('fecaís') (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 25°, o 50° (=mediana) e o 75° percentil; as barras inferior e superior o 10° e o 90° 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.

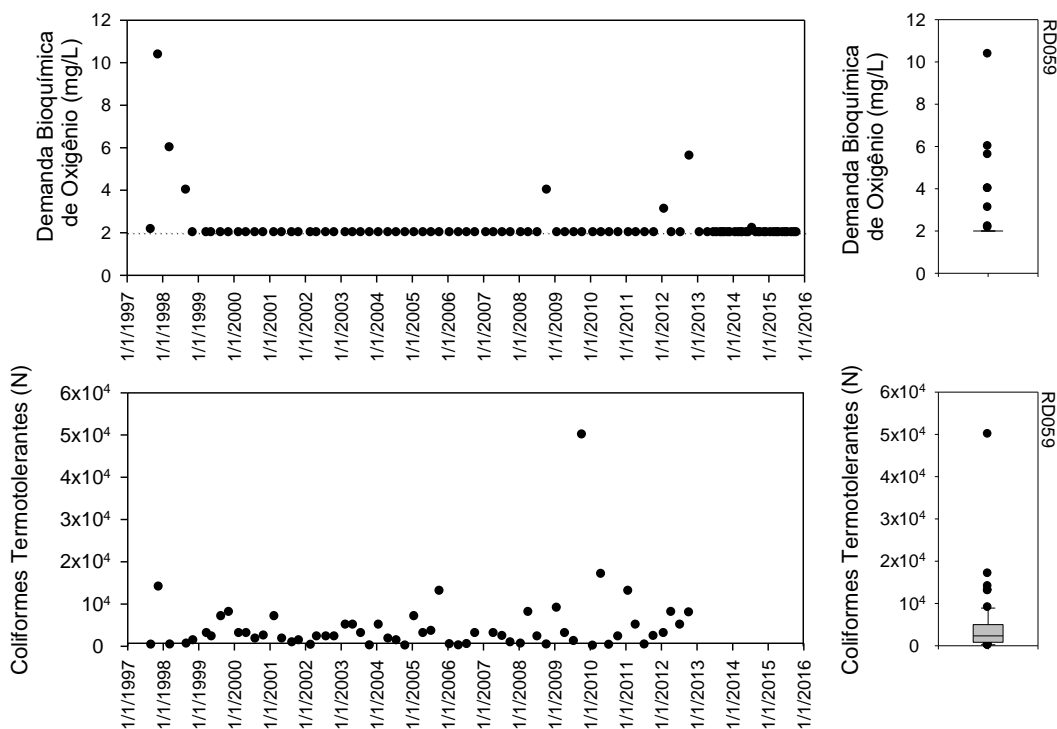
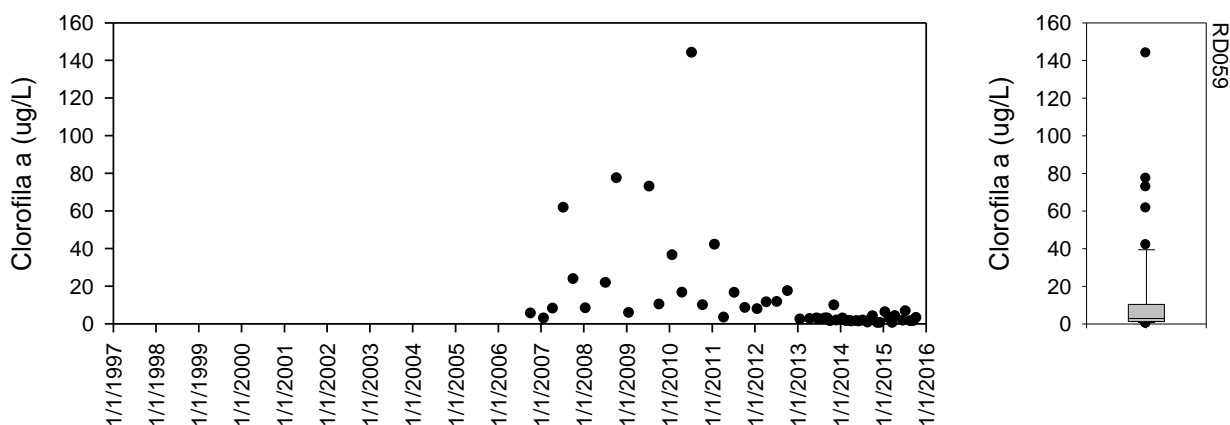


Gráfico 12 - Linha-de-base da concentração de clorofila *a* na água do Rio Doce em Resplendor (Estação IGAM RD059) nos 19 anos que precederam o rompimento da Barragem do Fundão.

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.

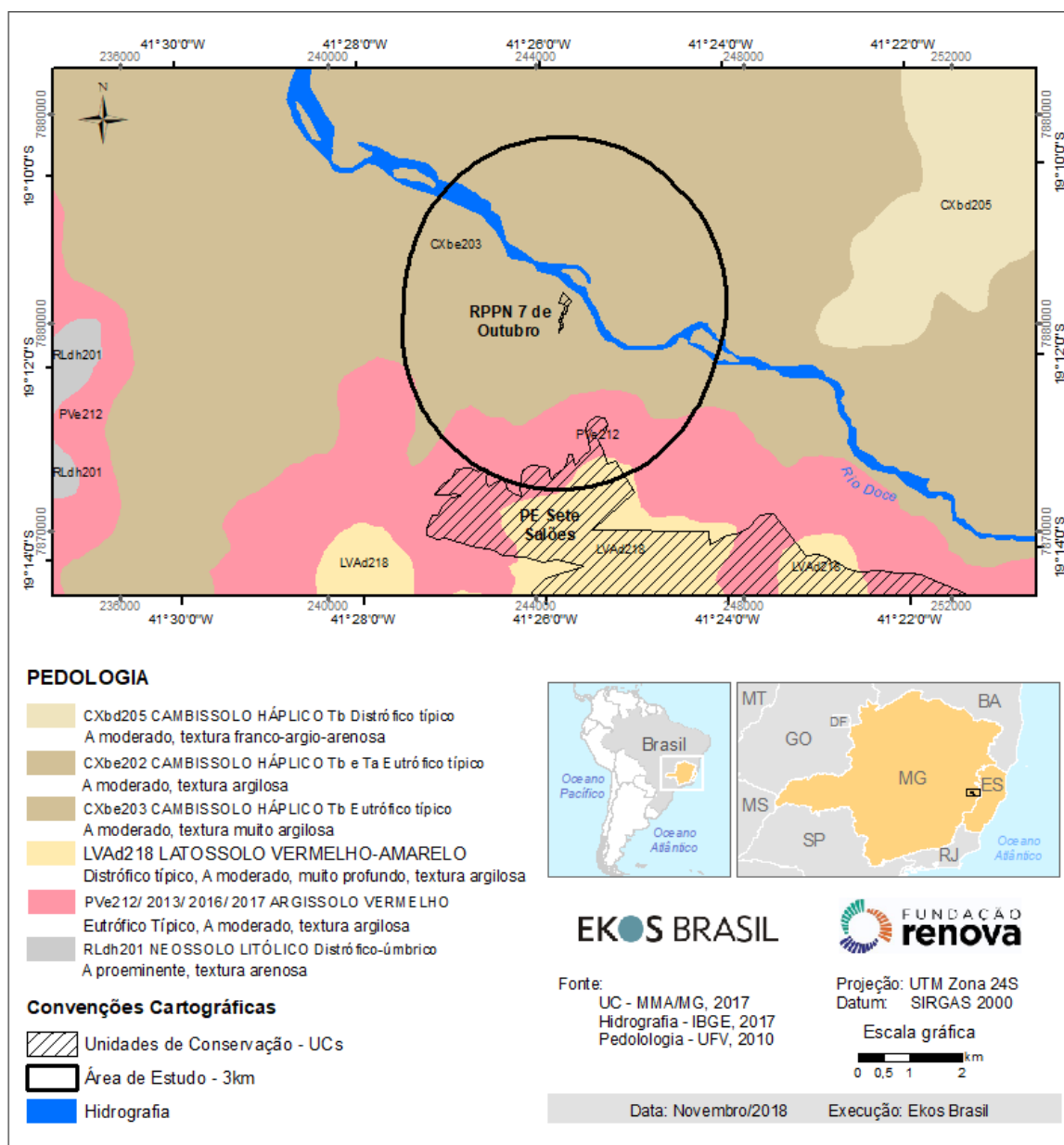


4.1.2.8 Pedologia

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 RPPN Sete de Outubro são identificados quatro tipos de solos principais: Cambissolo háplico, Argissolo vermelho, Argissolo vermelho-amarelo e Latossolo vermelho-amarelo (Mapa 11).

Mapa 11 – Tipos de solos RPPN Sete de Outubro e região



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 RPPN

Sete de Outubro os Cambissolos háplico predominam, onde o relevo apresenta baixa amplitude, com morros suaves até alcançar a margem do Rio Doce. Esses solos possuem bom potencial agrícola, porém, quando ocupam planícies aluviais ou áreas muito próximas a drenagem, como é o caso da área de estudo, estão sujeitos a inundações periódicas.

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 (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). Na paisagem, os Argissolos estão associados a relevos mais acidentados e dissecados, com superfícies menos suaves. Na área de estudo tanto os Argissolos vermelhos quanto os Argissolos vermelhos-amarelos estão presentes na porção sudeste e sul da Unidade de Conservação, ocupando encostas mais suaves até próximo as margens do Rio Doce. 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). Já os **Argissolos vermelho-amarelos** são outros solos de cores vermelho-amareladas e amarelo-avermelhadas que não se enquadram nas classes de argissolos bruno-acinzentados, argissolos acinzentados, argissolos amarelos e argissolos vermelho-amarelos (EMBRAPA, 2018). Os Argissolos vermelhos eutrófico apresentam melhores condições de fertilidade do que os Argissolos vermelho-amarelos distrófico (AGEITEC; EMBRAPA, 2018). Mas ainda sim, o grupo dos Argissolos possuem limitações quanto ao uso agrícola, 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.

Os **Latossolos** são solos muito intemperizados, constituídos por material mineral, com horizonte B latossólico logo abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte diagnóstico superficial, dentro de 200 cm da sua superfície ou dentro de 300 cm, se o horizonte A apresentar mais que 150 cm de espessura (MPF, 2017a). São definidos pelo SiBCS (EMBRAPA, 2018) pela presença de horizonte diagnóstico latossólico, argilas com predominância de óxidos de ferro, alumínio, silício e titânio, argilas de baixa atividade (baixa CTC), fortemente ácidos e baixa saturação de bases (AGEITEC, 2018). Em relação à sua drenagem são bem drenados, sendo normalmente solos profundos com solum superior a 1 m (MPF, 2017a). Em geral, apresentam baixa fertilidade, exceto quando a rocha matriz é rica em minerais essenciais às plantas, acidez e teor de alumínio elevados. Possuem boas condições físicas para o uso agrícola, associadas a uma boa permeabilidade por serem solos bem estruturados e muito porosos. Porém, devido aos mesmos aspectos físicos, possuem baixa retenção de umidade, principalmente os de textura mais grosseira em climas mais secos (AGEITEC, 2018).

Os **Latossolos vermelho-amarelo** são solos muito evoluídos, desenvolvidos pelo intemperismo do embasamento rochoso, com a ação da alta umidade e temperatura. São profundos (mais de dois metros de horizonte B), friáveis, com porosidade elevada, bem drenados, com horizonte A moderado. Apresentam elevada acidez ($pH < 5$), laterização e abundância de argilominerais ricos em óxidos de ferro e alumínio, com textura argilosa (CARVALHO, 2017). Apresentam cores vermelho-amareladas e amarelo-avermelhadas, que não se enquadram para satisfazer as outras classes de latossolo bruno, latossolo amarelo e latossolo vermelho. Os principais impedimentos aos latossolos vermelho-amarelos ao uso agrícola são a baixa fertilidade e a presença de alumínio tóxico para as plantas (MPF, 2017a; AGEITEC, 2018). Na área de estudo, os Latossolos vermelho-amarelos estão presentes no relevo montanhoso, de alta declividade, ocupando praticamente toda a porção sudoeste da RPPN Sete de Outubro.

Além dos tipos de solo presentes na RPPN Sete de Outubro, foi feito um levantamento sobre o comportamento geral de algumas de suas propriedades pedológicas e tendências de concentrações de metais pesados por tipologia. 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 Cambissolo háplico, Argissolo vermelho, Argissolo vermelho-amarelo e Latossolo vermelho-amarelo, presentes área de estudo, conforme a Tabela 13:

Tabela 13 - Propriedades e concentração de metais nos tipos de solos presentes na RPPN Sete de Outubro

Propriedade ou Metais	Valor de Referência de Qualidade (VRQ) para Solo (mg.kg-1 de peso seco)	Tipos de solo			
		Cambissolo háplico	Argissolo vermelho-amarelo	Argissolo vermelho	Latossolo vermelho-amarelo
Quant. De amostras	SL	85	54	18	171
pH	SL	5,3–14	5,5–13	5,7–8	4,1–14
CTC ¹ 9 (cmolc kg-1)	SL	7,2–65	8,2–40	7,6–38	7,9–51
Matéria Orgânica Total (%)	SL	3,5–130	3,2–81	2,6–114	3,4–78
Teor de Argila (%)	SL	26,1–52	33,5–45	34,0–36	42,5–49
Alumínio (g kg-1)	SL	44,7–110	46,5–58	42-54,5	61,5–77
Ferro (g kg-1)	SL	38,7–59	35,4–72	38,5–48	39,2–66
Manganês (mg kg-1)	SL	311–434	129-207	189-206	110–147
Arsênio - As (mg kg-1)	8	5,0–291	2,1–207	1,4–163	2,5–400
Bário - Ba (mg kg-1)	93	80,9–148	85,7–112	43,9–125	32,7–132
Cádmio - Cd (mg kg-1)	<0,4	0,8–132	1,4–114	0,7–194	0,7–292
Cromo - Cr (mg kg-1)	75	67,0–177	56,4–100	62- 92,0	58,2–91
Cobre (Cu)	49	37,1–92	34,2–89	23,4–72	22,5–86
Merúrio - Hg (mg kg-1)	0,05	<LPQ ²	<LPQ ²	0,1–134	0,1–138
Níquel - Ni (mg kg-1)	21,5	23,1–154	17,6–90	24,4–61	13,3–96
Chumbo - Pb (mg kg-1)	19,5	16,7–111	21,8–60	14,9–58	14,2–83
Zinco - Zn (mg kg-1)	46,5	45,6–71	36,7–61	36,6–52	29,1–62

Nota: ¹ CTC (capacidade de troca de catiônica); ²LPQ limite prático de quantificação), SL (Sem limites estabelecidos)

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

Apesar dos valores apresentarem uma faixa de variação, observando os valores mínimos e máximos das propriedades dos solos pode-se observar que: (i) o Latossolo vermelho-amarelo possui maior potencial de acidez do que as outras classes; (ii) os índices mais elevados da capacidade de troca de catiônica (CTC) no Cambissolo háplico indicam que, em geral, eles são menos intemperizados e tendem a apresentar argilas de mais alta atividade quando comparado às outras classes de solos; (iii) o Cambissolo háplico possui maior variação das concentrações de matéria orgânica e argila em todo o seu perfil do que as classes Argissolo vermelho, Argissolo vermelho-amarelo e Latossolo vermelho-amarelo; (iv) as concentrações de alumínio, ferro e manganês tendem a ser elevadas nas quatro classes de solos, no entanto, o manganês é o mineral mais presente em todos eles.

Em relação aos metais pesados, as concentrações podem apresentar grande variabilidade nos quatro tipos de solo apresentados (Cambissolo háplico, Argissolo vermelho, Argissolo vermelho-amarelo e Latossolo vermelho-amarelo) o que dificulta um diagnóstico mais preciso sobre o comportamento dessas unidades pedológicas. Porém, observando os índices das máximas identificadas por tipo de solo com relação aos padrões VRQ, verifica-se que existe uma forte tendência dos metais avaliados ultrapassarem os limites estabelecidos pela FEAM (2013) e SOUZA et al. (2015). O cádmio apresentou concentrações mais elevadas do que os limites recomendados para as quatro classes de solos, e os índices de arsênio, bário, chumbo, cobre, mercúrio devem ser avaliados com mais cuidado devido a possibilidade de apresentar valores muito acima dos limites do VQR, em especial nos Cambissolos háplico e Latossolos vermelho-amarelo que, de maneira geral, apresentaram valores máximos mais elevados do que os Argissolos vermelho e vermelho-amarelo.

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

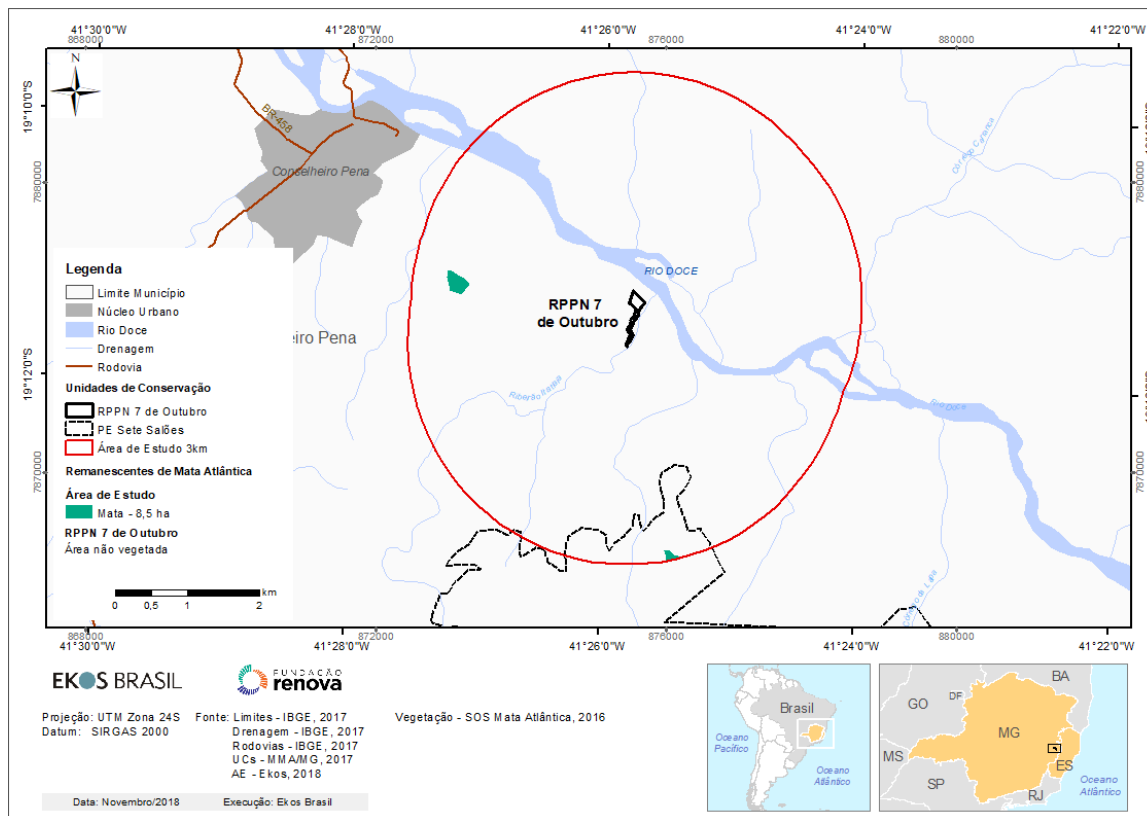
Vegetação

A Reserva Particular do Patrimônio Natural Sete de Outubro, sob o ponto de vista normativo de proteção da cobertura vegetal, está diretamente sob a jurisdição do arcabouço legal relativo a “Mata Atlântica” (Mapa 12). Salvaguarda definida pelo Decreto Federal nº 750, de 10 de fevereiro de 1993 (dispõe sobre o corte, a exploração e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica) e Lei 11.428, de 22 de Dezembro de 2006 (dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica). Considera-se “Mata Atlântica” as formações florestais e ecossistemas associados, inseridos no domínio, bioma de mesmo nome, com as respectivas delimitações e denominações estabelecidas pelo Mapa de Vegetação do Brasil (IBGE, 2012): Floresta Ombrófila Densa Atlântica; Floresta Ombrófila Mista; Floresta Ombrófila Aberta; Floresta Estacional Semidecidual; Floresta Estacional Decidual; manguezais; restingas; campos de altitude; brejos interioranos e encraves florestais do Nordeste (BRASIL, 1993).

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/). Para classificação das espécies

segundo o grau de ameaça utilizou-se as listas disponíveis da IUCN (2018), CNCFlora (2013) e COPAM (2008).

Mapa 12 - Remanescentes de vegetação de Mata Atlântica na Bacia do Rio Doce



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 dois quilos de peso; mamíferos voadores, pertencentes à Ordem Chiroptera (morcegos); mamíferos de médio e grande porte, geralmente acima dos dois quilos, 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 em grupos 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 da RPPN Sete de Outubro 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.

Não há informações específicas sobre a mastofauna da RPPN Sete de Outubro. A lista de espécies de provável ocorrência foi elaborada com base nas publicações que tratam da distribuição de mamíferos da Mata Atlântica na região, 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 seguida 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 da RPPN Sete de Outubro e da matriz paisagística na qual ela se insere.

Assim, foram investigadas praticamente todas as fontes publicadas disponíveis para a região, incluindo artigos em periódicos científicos, livros, 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 de interesse e suas fontes de informação associadas, tal como listadas em Paynter & Taylor (1991). Relatórios técnicos e planos de manejo foram buscados junto ao Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais (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/>).

De forma complementar foram consultados por meio de catálogos impressos (e.g. Pinto, 1938, 1944, 1964; Vielliard, 1994) ou de planilhas digitais disponibilizadas pelos curadores, os 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, e da plataforma de Ciência Cidadã Wikiaves (<https://www.wikiaves.com.br/>) para os municípios de Conselheiro Pena e Resplendor.

Com base neste conjunto de dados foi compilada uma lista de espécies com ocorrência potencial ou confirmada para a área de estudo. As espécies de ocorrência potencial foram assinaladas como apresentando ocorrência histórica (primeira metade do século XX) e/ou moderna (após 1990) para a área de estudos. 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 com base na 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 da RPPN Sete de Outubro (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 da RPPN 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. Embora muito limitada e cheio de vieses, essa é uma das poucas abordagens possíveis nessa etapa de diagnóstico em virtude da escassez de dados.

Herpetofauna

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 (2018), 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).

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 da RPPN Sete de Outubro, foram consideradas as possíveis ocorrências realizadas no interior da Unidade de Conservação (UC) e/ou oriundas dos municípios que estão no entorno de acordo com o estabelecido como “área de estudo”, além de uma extrapolação espacial considerando os municípios as margens do trecho médio do Rio Doce, desde Belo Oriente até Aimorés, em Minas Gerais (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 apresentarem vegetação de mesmo tipo (floresta estacional semidecidual) sem a presença dos lagos pertencentes ao sistema lacustre do médio Rio Doce, altitudes que variam na calha do rio entre 75 e 200 metros e, em geral estarem em fragmentadas e degradadas.

Considerando esse recorte espacial, foram realizadas revisões da literatura científica, a exemplo, 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 www.zenscientist.com. Além da consulta em dissertações e teses disponíveis publicamente 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/>).

Ademais, foram consultados registros presentes em três bases de 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, verificou-se diretamente os registros presentes em coleções considerando 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).

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

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 as atuais, a exemplo dos realizados pela expedição Thayer 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 a pequena dimensão territorial da RPPN e o estado de conservação da sua vegetação pressupôs-se, por exemplo, que a jararaca-de-patioba, *Bothrops bilineatus bilineatus*, e a surucucu-pico-de-jaca, *Lachesis muta*, não ocorram atualmente na referida UC, já que são exigentes ambientalmente e precisam de fragmentos maiores e em estágios de regeneração mais avançados para ocorrer. Da mesma forma, o estado precário de conservação da vegetação e a inexistência de fragmentos florestais significativos na RPPN Sete de Outubro, pressupôs-se que considerável parte das espécies compiladas na revisão bibliográfica e de museus não deva ocorrer.

Ademais, dentre outras espécies, como *Haddadus binotatus*, *Thoropa miliaris*, *Boana pardalis*, *Itapotihyla langsdorffii*, *Pseudis bolbodactyla*, *Scinax crospedospilus*, *Scinax cuspidatus*, *Sphaenorhynchus prasinus*, *Adenomera thomei*, *Leptodactylus aff. spixi*, *Physalaemus aguirrei*, *Physalaemus crombiei*, *Proceratophrys boiei*, *Ecpleopus gaudichaudii*, *Enyalius bilineatus*, *Enyalius boulengeri*, *Psychosaura macrorhyncha*, *Gymnodactylus darwini*, *Phylllopezus pollicaris*, *Drymoluber brazili*, *Echinanthera melanostigma*, *Siphlophis compressus*, *Tropidodryas serra*, *Tropidodryas striaticeps*, *Micrurus corallinus*, *Bothrops jararacuçu*, *Bothrops moojeni* e *Hydromedusa maximiliani*, originalmente compiladas, não foram consideradas na lista de espécies potenciais da RPPN.

Ainda, as espécies *Bokermannohyla* sp., *Ololygon* sp., *Phasmahyla* sp., *Hylodes* sp. registradas no PE Sete Salões e depositadas no MZUFV não foram consideradas como de potencial ocorrência no RPPN Sete de Outubro. Ao que tudo indica, essas espécies provavelmente só ocorrem em complexos montanhosos (F. Leite, observação pessoal), características distintas da UC. Por outro lado, 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 da RPPN Sete de Outubro, mesmo não havendo registros formais da sua ocorrência nesse trecho do rio.

Ictiofauna

A estruturação da base de dados da **ictiofauna** com potencial ocorrência na RPPN Sete de Outubro foi realizada, da mesma maneira, com base em levantamento de dados secundários na bacia do Rio Doce depositadas em coleções científicas, disponíveis na plataforma SpeciesLink (CRIA, 2018), com identificação confirmada por especialistas complementadas por dados de Vieira (2010), ocorrências do Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (ICMBIO/MMA, 2018) e dados do monitoramento em andamento, disponibilizado pela Fundação Renova. Não há caracterização prévia da ictiofauna da RPPN. Para a construção da linha de base para a ictiofauna foram considerados dados oriundos do município de Conselheiro Pena. 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 16).

Perguntas Orientadoras

O Diagnóstico de Linha de Base irá dar as primeiras diretrizes para as respostas das perguntas orientadoras. As perguntas do meio biótico, relacionadas com a vegetação e fauna 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)?
- (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?
- (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 Suaçui (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 Ibiraçu 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 Helmut 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 na RPPN Sete de Outubro

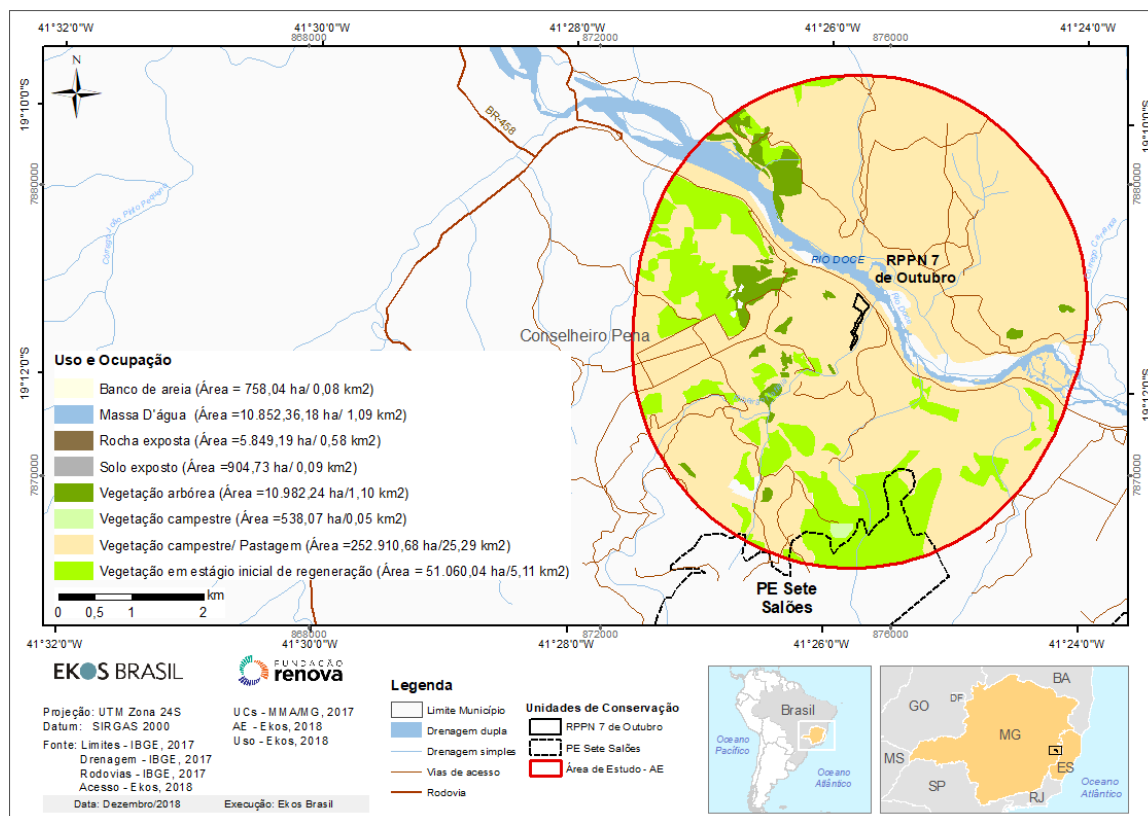
4.2.3.1 Vegetação

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”, a qual 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).

Diante de seus 5,22 hectares, a RPPN Sete de Outubro está localizada na Zona de Amortecimento do Parque Estadual Sete Salões o qual, da mesma maneira, corresponde a um importante remanescente de Mata

Atlântica associada a variadas formações, desde campos rupestres até florestas de candeias, conforme pode ser visto com a análise das categorias de cobertura vegetal mapeadas (Mapa 13).

Mapa 13 - Uso e Cobertura vegetal da área de estudo RPPN Sete de Outubro



A Lista de espécies 1 do Anexo II de possível ocorrência conta com 235 espécies. Dentre elas, a família com maior número de espécies é Leguminosae com 34 espécies, porém destacam-se também o grande número de samambaias e afins registradas na listagem. Segundo as listas de espécies ameaçadas, a área de estudo possui dez espécies com algum grau de ameaça: *Anemia dentata* Gardner, *Chionolaena lychnophorioides* Sch. Bip., *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze (jequitibá-rosa), *Coleocephalocereus buxbaumianus* Buining, *Cololobus rupestris* (Gardner) H. Rob., *Dalbergia elegans* A.M. Carvalho, *Doryopteris rediviva* Fée, *Melanoxylon brauna* Schott (braúna), *Pouteria butyrocarpa* (Kuhlm.) T.D. Penn. (cupã) e *Swartzia linharensis* Mansano (laranjinha).

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

Anemia dentata (Anemiaceae), tem como sinônimo *A. mirabilis* Brade. A espécie apresenta poucas coletas em áreas relativamente bem amostradas. Está sujeita a menos de cinco situações de ameaça e ocorre em áreas bastante degradadas pelas queimadas e pelo desmatamento acelerado. Está na categoria "Vulnerável" (VU) (CNCFlora, 2013). A espécie deve ser estudada, inclusive nos Estados de Alagoas e Pernambuco, nos quais os especialistas acreditam que ocorra. Caso se comprove que não é mais encontrada, a espécie deverá ser transferida a uma categoria de risco mais alta.

Cariniana legalis (Lecythidaceae) considerada a maior árvore da Mata Atlântica, é amplamente distribuída no leste do Brasil. Os indivíduos da espécie apresentam tronco tipicamente colunar e podem atingir mais de 30 m de altura e 4 m de diâmetro, formando fustes de grande tamanho que se destacam em meio às árvores do dossel onde ocorrem. Além disso, *C. legalis* é uma espécie extremamente longeva, com indivíduos que podem atingir mais de 500 anos, e as subpopulações geralmente são compostas de vários indivíduos de grande porte, supostamente muito antigos. Dessa forma, o tempo de geração da espécie é estimado em cerca de 100 anos. Suspeita-se que *C. legalis* tenha sofrido com a exploração madeireira sistemática ao longo dos últimos séculos, devido à qualidade da sua madeira e ao tronco colunar de grandes dimensões, e que essa exploração ainda ocorra em algumas localidades. Além disso, por ocorrer em grande parte do bioma Mata Atlântica, a espécie vem sofrendo um forte declínio contínuo na qualidade e extensão do seu habitat ao longo de praticamente toda a sua distribuição. Dessa forma, é possível suspeitar que *C. legalis* tenha sofrido um declínio populacional de pelo menos 50% nos últimos 300 anos. Está na categoria "Vulnerável" (VU) segundo a Lista Vermelha IUCN (2018), e "Em Perigo" (EN) na Lista Vermelha da flora brasileira (CNCFlora, 2013).

Chionolaena lychnophorioides (Asteraceae) é considerada espécie rara. A mineração, o fogo nas épocas secas e o turismo descontrolado são ameaças diretas a sobrevivência da espécie. Citada na categoria "Vulnerável" (VU) na Lista Vermelha da flora brasileira (CNCFlora, 2013).

Coleocephalocereus buxbaumianus (Cactaceae) é endêmica do Estado de Minas Gerais. Sua distribuição é disjunta, ocorrendo em afloramentos de rocha cristalina (Inselbergs) ou florestas adjacentes aos lajedos. Como esses afloramentos não ultrapassam, em geral, mais de 200 km² e há apenas sete registros para a espécie, a AOO foi calculada em 24 km². A perda de área e qualidade do habitat é registrada em consequência da mineração. Considerada "Em Perigo" (EN) pela IUCN (2018) e "Vulnerável" (VU) pelo Livro Vermelho da Flora do Brasil (CNCFlora, 2013).

Cololobus rupestris (Asteraceae) é endêmica de Campos Rupestres e Campos de Altitude dos Estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro, com AOO restrito (48 km²). Foram identificadas duas situações de ameaça que consideram a relação entre os efeitos diretos e indiretos da ocupação humana com o declínio da qualidade do habitat da espécie. Citada como "Vulnerável" (VU) na Lista vermelha da flora do Espírito Santo (Simonelli & Fraga, 2007).

Dalbergia elegans (Leguminosae) tem EOO calculada em 10.446,20 km², e é endêmica da Mata Atlântica, bioma severamente degradado. Estima-se que, nos últimos 100 anos, *D. elegans* tenha sofrido uma redução populacional de pelo menos 30%. Foi categorizada como "Vulnerável" (VU), por estar sujeita a menos de dez situações de ameaça. Recomendam-se o monitoramento e estudos populacionais sobre a espécie.

Doryopteris rediviva (Pteridaceae) habita fragmentos de Mata Atlântica localizados em municípios que tiveram uma redução da área de vegetação natural de pelo menos 30% nos últimos 10 anos, o que permite inferir uma redução populacional da espécie em proporção semelhante. Tal redução se deve principalmente à incidência de fogo e de atividades agropecuárias na região. "Vulnerável" (VU), segundo o Livro Vermelho da Flora do Brasil (CNCFlora, 2013).

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. 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, 1987) e em nível nacional (CNCFlora, 2013).

Pouteria butyrocarpa (Sapotaceae) ocorre em planícies costeiras de Mata Atlântica nos municípios de Linhares, Jaguaré, Colatina e Conceição da Barra (ES), Marajás e Jussari (BA), na região de fronteira entre os dois estados. Esta região foi intensamente degradada e estima-se que a população da espécie tenha sofrido uma redução de cerca de 80% nas últimas três gerações da espécie (30 anos), devido a mudanças irreversíveis na paisagem promovidas pelo estabelecimento de grandes fazendas produtoras de eucalipto. No município de Linhares, restam apenas 21% da vegetação nativa. A situação de Jussari é ainda mais alarmante com apenas 2,2% de remanescentes em 2010. Para as estimativas consideramos que o tempo médio de geração de espécies arbóreas seja de 10 anos. A vegetação remanescente está fragmentada e sofre efeitos indiretos da ocupação da paisagem. Trata-se de uma árvore de grande porte que, de acordo com dados de literatura, parece ocorrer em baixa densidade na floresta. Assim, apesar de protegida por unidades de conservação *P. butyrocarpa* foi considerada sob alto risco de extinção, na categoria "Criticamente em Perigo" (CR) (CNCFlora).

Swartzia linharensis (Leguminosae) é endêmica do Estado do Espírito Santo. Apesar de ser restrita para o ES, possui uma coleta próxima à UC, no município de Santa Rita do Itueto. A vegetação do Estado foi severamente desmatada, e dela restam hoje poucos fragmentos, dificultando a sobrevivência da espécie na natureza. Deve ser monitorada, e pesquisas populacionais precisam ser conduzidas para verificar a estabilidade populacional e o estado de conservação das subpopulações encontradas fora de unidades de conservação. Considerada "Em Perigo" (EN) pela Lista de Espécies Ameaçadas do Espírito Santo (Simonelli & Fraga, 2007) e "Vulnerável" (VU) pelo Livro Vermelho da Flora do Brasil (CNCFlora, 2013).

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 RPPN possui reduzida dimensão territorial, em sua maior parte apresenta vegetação original muito modificada e grande influência antrópica.

A Lista de espécies 2 presente no Anexo II mostra as espécies de mamíferos de provável ocorrência na RPPN Sete de Outubro, 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 tabelas de espécies de provável ocorrência (Listas de espécie 2, 3 e 4 - Anexo II) registram dezoito espécies de pequenos mamíferos terrestres, quarenta e quatro quirópteros e trinta e cinco espécies de mamíferos de médio e grande porte. Alguns destes, marcados com um (*), podem estar extintos localmente. Por exemplo, a ariranha, *Pteronura brasiliensis*, encontra-se certamente extinta em toda a região.

Assim, de acordo com a Lista de espécies 2 do Anexo II de provável ocorrência para pequenos mamíferos terrestres, uma espécie é considerada quase ameaçada mundialmente segundo a IUCN, e duas outras são consideradas vulneráveis para o estado de Minas Gerais. Entre os quirópteros, duas espécies são consideradas vulneráveis 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, cinco espécies são consideradas "vulneráveis", quatro "quase ameaçadas", duas "ameaçadas" e duas "criticamente ameaçadas". Para o Brasil, consideram-se dez espécies "vulneráveis", duas "ameaçadas" e uma "criticamente ameaçada". Para o estado de Minas Gerais,

são seis espécies “vulneráveis”, seis “ameaçadas”, uma “criticamente ameaçada” 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 na RPPN Sete de Outubro, excluindo-se as quase ameaçadas (NT).

No que diz respeito ao status de conservação, para pequenos mamíferos, a RPPN Sete de Outubro 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*), o jupará (*Potos flavus*), 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 porco do cateto (*Pecari tajacu*), da anta (*Tapirus terrestris*) 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 na RPPN Sete de Outubro 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

Devido ao seu diminuto território, cobertura vegetal predominantemente não florestal e predomínio de áreas abertas antropizadas, incluindo pontos com solo exposto e dominados por extensos processos erosivos, a

RPPN Sete de Outubro destoa do esperado para uma Unidade de Conservação. Isso porque a sua cobertura vegetal atual, extremamente degradada, não guarda nenhuma semelhança florística ou mesmo fisionômica com a originalmente encontrada na região.

Mesmo após a detalhada revisão aqui conduzida, não foram localizados levantamentos ornitológicos prévios para a área da RPPN. Desta forma, a construção da linha de base foi feita com base principalmente em coletas históricas realizadas na região de Conselheiro Pena e Resplendor, bem como em dados atuais disponibilizados no site Wikiaves para os mesmos municípios.

As primeiras amostragens ornitológicas da região foram realizadas por Paulo Schirch, do Museu Nacional do Rio de Janeiro, que realizou coletas na região de Conselheiro Pena e Resplendor em janeiro e fevereiro de 1917. Nada se sabe sobre os objetivos da expedição ou sobre os resultados obtidos por este pesquisador, tendo sido possível localizar apenas três exemplares depositados no MNRJ. Poucos anos depois o Rio Doce foi palco de uma das mais bem-sucedidas expedições de coleta realizadas no leste de Minas Gerais durante a primeira metade do século XX. Em 1929, o coletor alemão Emil Kaempfer, juntamente com a sua esposa, visitou a região a serviço do American Museum of Natural History. Kaempfer coletou em Resplendor ao longo do Rio Doce (Naumburg, 1935), formando uma coleção de pouco mais de 90 espécimes. A última coleta histórica localizada para a região é um espécime de urubu-rei coletado por José Cândido Carvalho em julho de 1941 (MZJMO).

Registros modernos disponíveis para a região são raros na literatura científica e em museus. Simon & Lima (2004) publicaram uma compilação de registros de anhuia (*Anhima cornuta*) para o leste do Brasil, citando registros da espécie para Resplendor obtidos por M. F. Vasconcelos em 1997 e por Livia Lins em 2004. Thiago O. Almeida amostrou a região de Resplendor em 2009 e 2010, coletando alguns poucos espécimes ao longo do Rio Doce, depositando-os no MCNA. A base de dados de ciência cidadã Wikiaves é, sem dúvida, a principal fonte moderna de informação disponível para a área de estudo.

As coletas históricas disponíveis, apesar de modestas, permitem um vislumbre da avifauna originalmente encontrada nas florestas primárias da região. Das 39 espécies coletadas por Kaempfer, 34 (87%) não possuem registros modernos para a região, muitas das quais estando provavelmente extintas localmente (Lista de espécie 6 – Anexo II). A ausência de tantas espécies é uma demonstração inequívoca dos impactos antrópicos sofridos pela biota local. Dos 34 táxons sem registros atuais, 26 (76%) são endêmicos da Mata Atlântica e nove (26%) se encontram em alguma categoria de ameaça de extinção (e.g. inambu-anhangá *Crypturellus variegatus*, zidedê *Terenura maculata*, ipecuá *Thamnomanes caesius*, formigueiro-de-cauda-ruiva *Myrmoderus ruficauda*, bico-chato-grande *Rhynchocyclus olivaceus*, vissia *Rhytipterna simplex* e tropeiro-da-serra *Lipaugus laniioides*). A provável extinção local de tantas espécies foi acompanhada da colonização da região por espécies de áreas abertas e áridas, altamente adaptadas a distúrbios antrópicos, tais como o rolinha-picuí *Columbina picui* e o corrupeiro *Icterus jamaicii*. Até mesmo espécies típicas do Cerrado, tal como o batuqueiro *Saltatricolla atricollis*, contam com registros modernos para a área de estudos. Portanto, a maioria das espécies de aves encontradas na região atualmente é típica de áreas abertas, bordas de mata e/ou florestas altamente degradadas. 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).

Apenas três espécies encontradas na região atualmente são consideradas de alta sensibilidade a distúrbios antrópicos, sendo elas: gavião-pato *Spizaetus melanoleucus*, trinta-réis-grande *Phaetusa simplex* e murucututu-de-barriga-amarela *Pulsatrix koeniswaldiana*. Apenas 11 táxons com registro atual para a região são considerados endêmicos da Mata Atlântica, sendo quase todos típicos de borda de floresta, adaptando-se bem a ambientes secundários e fragmentados.

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 blumenbachii*, também se encontram ausentes, revelando que, além da fragmentação e descaracterização do hábitat, 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 em tempos modernos.

4.2.3.4 Herpetofauna

Foram registradas, por meio de dados secundários, 23 espécies de anfíbios e 27 de répteis, sendo 7 lagartos, uma anfisbena, 18 serpentes e um jacaré com ocorrência potencial na RPPN Sete de Outubro e entorno (Lista de espécie 7, Anexo II).

Contudo, é provável que a riqueza potencial apresentada seja bem maior que a riqueza real da RPPN, devido principalmente ao reduzido território e condições de degradação da vegetação. Entretanto, na ausência de amostragens de campo não foi possível certificar-se, baseado apenas em dados secundários, quais espécies de fato ocorrem ou não dentro da UC, por isso a lista é relativamente abrangente. Nenhuma das ocorrências originou-se de dentro dos limites da RPPN, indicando que a composição da herpetofauna da UC encontra-se virtualmente desconhecida.

Tomando por base duas unidades de conservação situadas na área de influência do rompimento da barragem do Fundão, a riqueza potencial de anfíbios pode ser considerada mediana, equivalendo a cerca de 53% das 43 espécies registradas na FLONA Goytacazes, situada em Linhares, no Espírito Santo (ICMBio, 2013); e a cerca de 49% 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 intermediária representando cerca de 60% das 43 espécies registradas FLONA Goytacazes (ICMBio, 2013) e cerca de 73% das 37 espécies do PE Rio Doce (F. Leite, dados não publicados).

A maior parte das espécies (38 spp., 74%) apresenta ampla distribuição geográfica, ocorrendo em mais de um bioma. Treze espécies (26%) são endêmicas ou quase endêmicas da Mata Atlântica (Lista de espécie 7 - Anexo II). 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. olfersii*, *S. mikanii mikanii*, *X. merremii*, *C. durissus terrificus*, *C. latirostris*) ou espécies que, além de frequentar ambientes abertos, podem usar o interior ou borda de florestas (e.g. *L. microcephalum*, *S. merianae*, *C. exoletus*, *L. ahaetulla liocercus*, *O. aeneus*, *L. annulata annulata*, *S. mikanii mikanii*, *T. salgueiroi*, *A. brongersmianus*, *B. jararaca*). Não foram realizados registros de ocorrência potencial de espécies ameaçadas, quase ameaças, classificadas com Dados Insuficientes (DD) e nem raras, refletindo o grau de degradação da área.

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 na bacia 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.

4.2.3.5 Ictiofauna

A ictiofauna potencial do entorno da RPPN Sete de Outubro é composta por 15 espécies, pertencentes a 3 ordens e 9 famílias (Lista de espécie 8 – Anexo II), sendo as ordens Characiformes e Cichliformes e a família Cichlidae as mais representativas. Nota-se a presença de cinco espécies introduzidas, sendo três alóctones, *Pygocentrus nattereri* (Characiformes: Serrasalminidae), *Salminus brasiliensis* (Characiformes: Bryconidae), *Cichla kelberi* (Cichliformes: Cichlidae); duas exóticas, *Coptodon rendalli*, *Oreochromis niloticus* (Cichliformes: Cichlidae), oriundas do continente africano. 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).

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. 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.

Dentre a totalidade das perguntas orientadoras apresentadas, considerou-se as seguintes para os estudos:

- (d) A presença da lama nas áreas atingidas causou alguma alteração física, biológica ou de utilização socioeconômica dos 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 físico-químicas 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? 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 ambientais/ecossistêmicos, 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?

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 envoltória. A partir das perguntas orientadoras e diante da dificuldade de obtenção de dados secundários sobre a RPPN Sete de Outubro, foi elaborado um questionário específico e enviado ao responsável pela gestão da UC em 09 de novembro de 2018 (Anexo III).

Para os levantamentos sobre o meio socioeconômico, além das informações sobre a Unidade de Conservação foram levantados dados sobre a área envoltória 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.

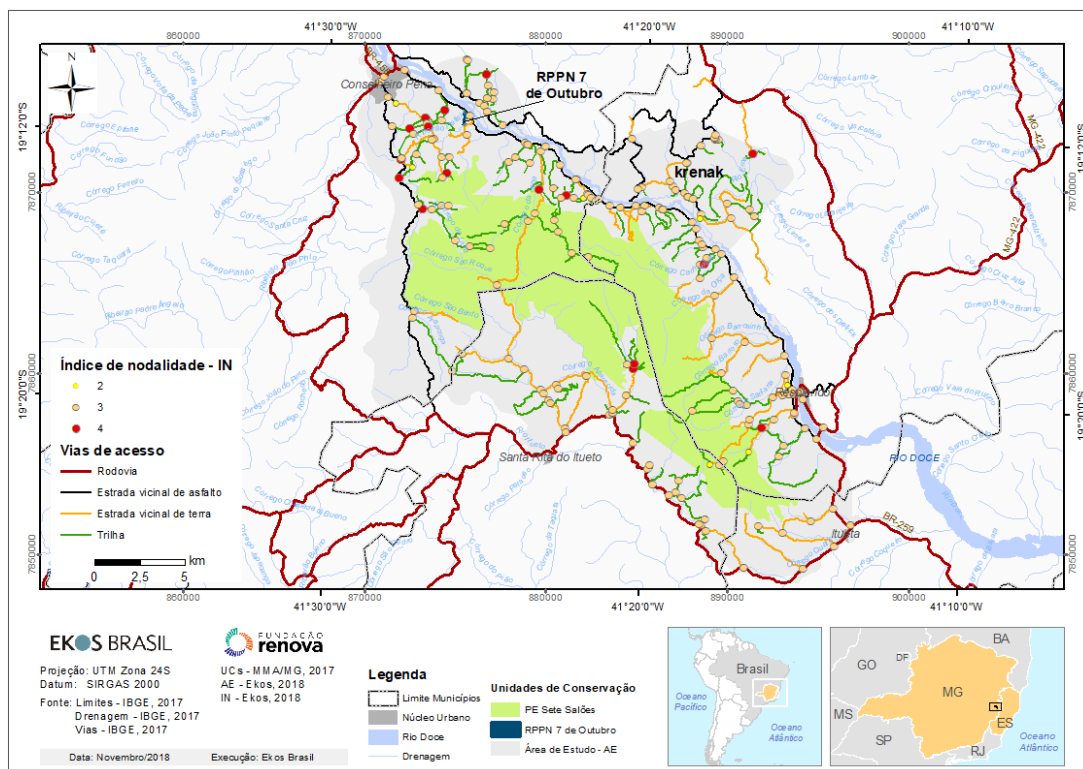
Zonas Tampão ou de Amortecimento envolvem totalmente as zonas núcleo (UCS). Nas zonas de amortecimento as atividades econômicas e o uso da terra devem estar em equilíbrio e garantir a integridade dos ecossistemas das zonas núcleo; são aquelas adequadas a manipulação experimental de um determinado sítio. 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 14 - Nodalidade da RPPN Sete de Outubro



A nodalidade é uma forma de avaliar a conexão da área de estudo a partir dos cruzamentos das vias de comunicação, vinculada a parte 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 RPPN Sete de Outubro, tanto o Parque estadual Sete Salões, como o lugares centrais, 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 estudado (Idem, ibidem, p. 82). A nodalidade serve como análise da atração de pessoas e mercadorias, que podem ser estabelecidas por meios artificiais 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 as UCs), 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 (PUMAIN, DENISE, 2005):

- a) 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;
- b) 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;
- c) As tensões topográficas (clinografia do terreno), que podem oferecer grandes obstáculos a serem vencidos;
- d) 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;

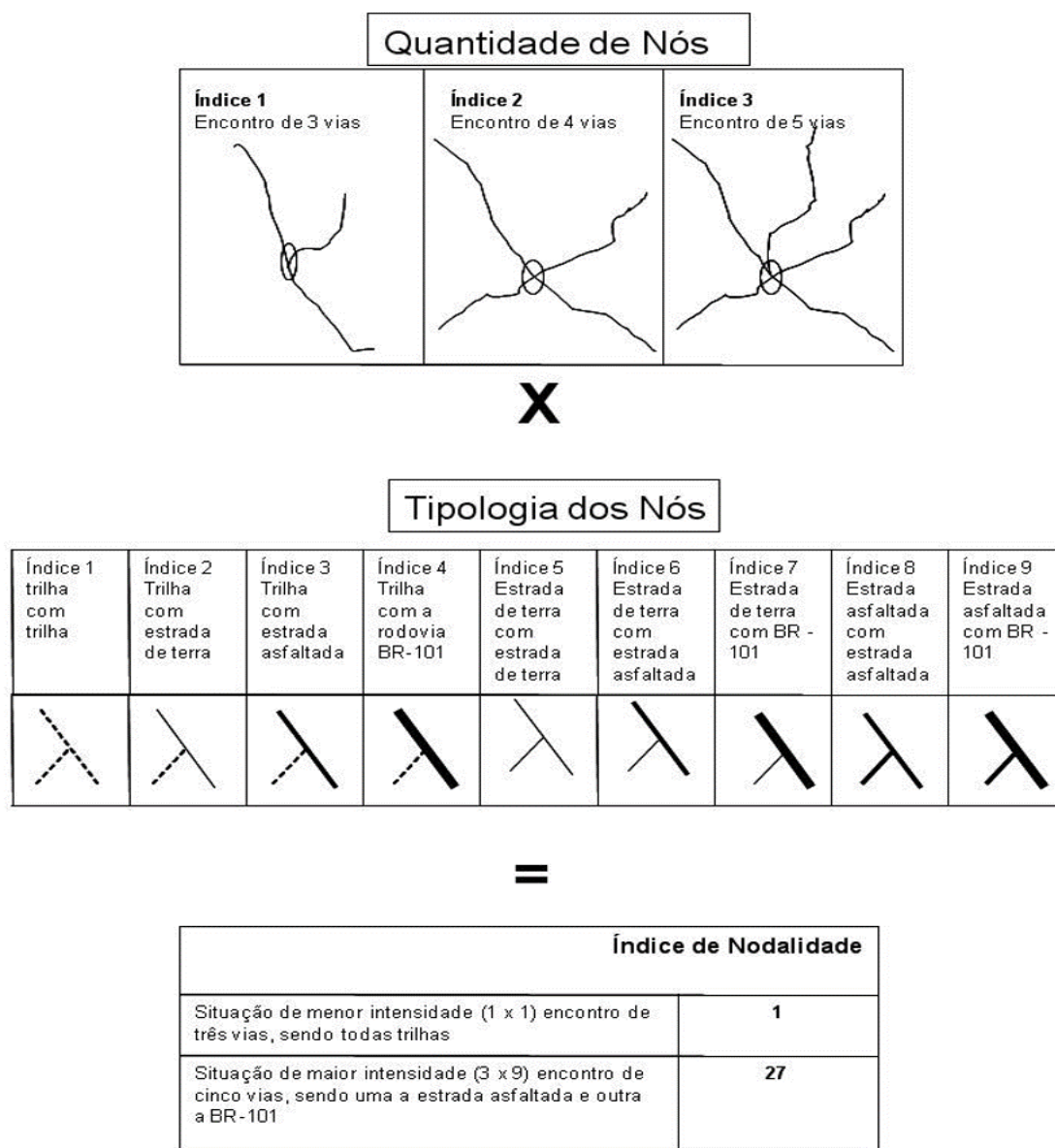
Com base nessas informações é possível estabelecer e inferir relações espaciais na região a partir da avaliação das redes geográficas (acessos à região) e da nodalidade – os nós – situados nos cruzamentos de trilhas e estradas que dinamizam as conexões e deslocamentos na região.

Assim, a fim de definir a metodologia em estabelecer a Área de estudo, entendendo como se deu o processo de ocupação e de difusão espacial das características ambientais, sociais e econômicas da região, foram analisadas à luz da escala 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 9. 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 9 - Matriz para o estabelecimento do índice de nodalidade



Fonte: (FERREIRA , 2003)

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

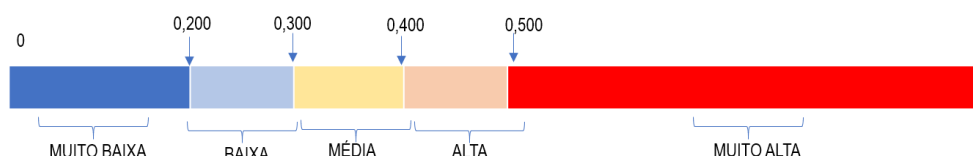
Dimensão	Indicador
IVS infraestrutura urbana	Percentual de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados.
	Percentual da população que vive em domicílios urbanos sem serviço de coleta de lixo.
	Percentual de pessoas que vivem em domicílios com renda per capita inferior 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 per capita igual ou inferior a meio salário mínimo (2010) na população total dessa faixa etária.
	Proporção de pessoas com renda domiciliar per capita 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.

IVS renda e trabalho	Percentual de pessoas em domicílios com renda per capita 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 10). As faixas de IVS definidas pelo IPEA são: **muito baixa**, **baixa**, **média**, **alta** e **muito alta**.

Figura 10 - 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.

A RPPN Sete de Outubro está situada em um único setor censitário. Parte de dois outros setores estão incluídos no entorno de 3 km da RPPN e compõem a área de estudo. Há de se destacar que o tamanho dos setores ultrapassa o raio de 3 km, porém, os dados estatísticos apresentados referem-se ao setor como um todo, pois não há possibilidade de desagregação das informações.

Tendo como hipótese a existência de relação entre a UC e Conselheiro Pena, onde se localiza, optou-se por traçar um perfil socioeconômico do município, a partir de informações de órgãos oficiais.

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 e ocupação 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 impossibilita em muitos casos afirmar a relação entre determinado bem e a UC, informação também a ser verificada nas expedições a campo.

4.3.2 Caracterização da Linha de Base do Meio Socioeconômico e Cultural e de Uso Público na RPPN Sete de Outubro

4.3.2.1 Histórico das Formas de Uso e Ocupação do Território

A RPPN Sete de Outubro localiza-se no município de Conselheiro Pena, nas proximidades do limite norte do Parque Estadual Sete Salões, nas margens do Rio Doce. A área caracteriza-se como uma das regiões de ocupação mais tardia do território regional. Até o início dos anos de 1900, a história esteve vinculada aos embates pelo território entre os chamados Botocudos e os colonizadores, desde o século XVIII. Nas disputas pelas terras e em busca do ouro, os colonizadores navegaram pelo Rio Doce e adentraram por seus afluentes. A decadência das minas, por volta de 1780, provocou um período de estagnação somente revertido com a chegada da Estrada de Ferro Vitória-Minas (EFVM), cujas estações em Conselheiro Pena e Resplendor, atraíram moradores e propiciaram a formação de núcleos urbanos no início do século XX. A estrada de ferro representou, também, um canal de escoamento da produção local, com destaque para a produção da lavoura cafeeira e para a exploração de madeira das extensas áreas florestais.

A exploração mineral de pedras semipreciosas, junto com a agricultura (arroz, feijão, milho e, mais tarde, café), compunha a economia de Conselheiro Pena. Posteriormente, na década de 40, a agricultura foi substituída pela pecuária bovina (leiteira e de corte). A emancipação de Conselheiro Pena, então distrito de Lajão, ocorreu no ano de 1938⁶.

O Mapa 13 de uso e ocupação da terra e respectiva tabela da tipologia das categorias de uso e ocupação da RPPN Sete de Outubro e sua área de entorno apresentam oito tipos de uso predominantes, com significativa presença de *Vegetação campestre/pastagem*.

Tabela 15 - Tipologia do uso e ocupação da terra da RPPN Sete de Outubro

Tipo de uso e ocupação	Ha	Km ²	Percentual (%)
Banco de areia	758,04	0,08	0,22
Massa d'água	10.852,36	1,09	3,16
Rocha exposta	5.849,19	0,58	1,70
Solo exposto	904,73	0,09	0,26
Vegetação arbórea	10.982,24	1,1	3,19
Vegetação campestre	538,07	0,05	0,16
Vegetação campestre/pastagem	262.910,68	25,29	76,46
Vegetação em estágio inicial de regeneração	51.060,04	5,11	14,85

Fonte: MODIS/INPE, 2012

⁶ <http://www.conselheiropena.mg.gov.br/detalhe-da-materia/info/historia/6539>

Localizada entre a mancha urbana do município de Conselheiro Pena e o Parque Estadual Sete Salões, às margens do Rio Doce, a RPPN Sete de Outubro encontra-se inserida, de acordo com o Censo na tipologia *Vegetação campestre/pastagem*, predominante em toda a área de estudo. O Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2018) informa que a área das propriedades agropecuárias em Conselheiro Pena é da ordem de 109.074 ha. Considerando que a área total do município é de 148.390 ha (1.483,9 km²), tem-se que 73,5% da área total do município corresponde à categoria inserida em estabelecimentos agropecuários (Tabela 15).

Tabela 16- estabelecimentos agropecuários em Conselheiro Pena - 2006 e 2017

Área dos estabelecimentos agropecuários (hectares)		Número de estabelecimentos agropecuários	
2006	2017	2006	2017
97.351	109.074	1.167	1.386

Fonte: IBGE, Censo Agropecuário 2006; IBGE, Censo Agropecuário 2017

Considerando as dimensões territoriais da RPPN Sete de Outubro e a escala do mapeamento de uso e ocupação do solo e generalizações espaciais nas tipologias decorrentes da escala cartográfica, foi importante a observação em campo para definir a inserção na tipologia de uso “*Vegetação campestre/pastagem*”, pois a Fazenda na qual está inserida a RPPN, uma propriedade maior do mesmo dono, é uma fazenda produtora de gado, assim como as demais propriedades vizinhas.

4.3.2.2 Perfil Socioeconômico

Conforme apontado no item metodologia de trabalho, o perfil socioeconômico da área de estudo será traçado e analisado a partir de duas escalas: a do município e a dos setores censitários. A RPPN Sete de Outubro está localizada integralmente no município de Conselheiro Pena. 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 Conselheiro Pena

Em termos demográficos, o município de Conselheiro Pena, dentre os 853 municípios mineiros, corresponde ao 162º mais populoso. No ano de 2010 possuía população total de 22.242 habitantes, representando 0,11% da população do estado de Minas Gerais. Em termos comparativos, Conselheiro Pena é bem menos adensado populacionalmente que a média do Estado. Com área de 1.483,9 km² a densidade demográfica no ano de 2000 era de 15,44 hab./km² e para o ano de 2010 houve pequena elevação para 15,80hab./km².

Tabela 17 - Área Territorial, População e Densidade Demográfica de Conselheiro Pena - MG, 2000 e 2010

Localidade	Área (km²)	População		Densidade (hab/Km²)	
		2000	2010	2000	2010
Conselheiro Pena	1.483,9	21.710	22.242	15,44	15,80
Minas Gerais	586.528	17.891.494	19.597.330	30,5	33,4

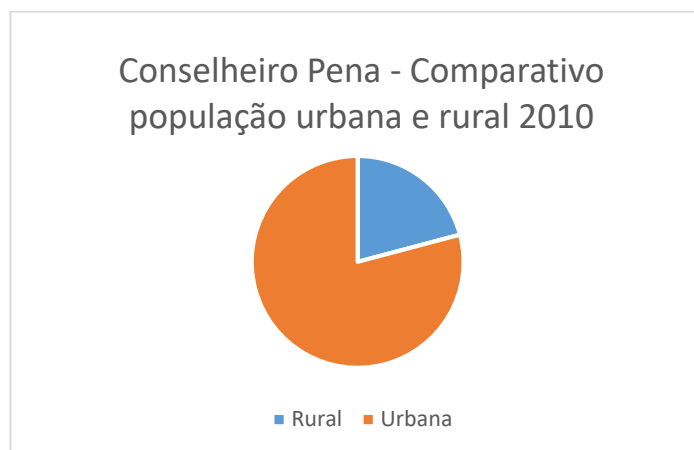
Fonte: IBGE, Censo 2000 e 2010.

Acompanhando tendências demográficas do estado e do país, ocorre, em Conselheiro Pena o processo de urbanização, com diminuição da população rural do município. O fenômeno é observado em relação à localização da população, como pode ser observado na Tabela 16 e no perfil das atividades econômicas. No Gráfico 13 visualiza-se a proporção entre a população urbana e rural no ano de 2010.

Tabela 18 - População Residente Total, Urbana e Rural em 2000 e 2010 - Conselheiro Pena

Localidade	Ano 2000					Ano 2010				
	População total	População rural	%	População urbana	%	População total	População rural	%	População urbana	%
Conselheiro Pena	21.710	5.118	23,57	16.592	76,43	22.242	4.641	20,87	17.601	79,13
Estado de 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	18,75	137.961	81,25	190.755.799	29.830.007	15,6	160.925.792	84,4

Gráfico 13 - Comparativo entre população urbana e rural em Conselheiro Pena – 2010



Fonte: IBGE, 2010.

Sobre a situação do domicílio, se rural ou urbano, é importante atentar para o aspecto relacional entre ambas as categorias, tanto no domínio de sua base material quanto no domínio das representações. Essa informação deve ser considerada sempre associada a outras informações, como a densidade demográfica (habitantes/km²) e a interpretação das informações contidas no Mapa 13, de uso e ocupação da terra. 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).

Com relação ao sexo, nas áreas urbanas há um maior número de mulheres e nas áreas rurais maior número de homens. No cômputo geral, o percentual de homens e mulheres segue o mesmo padrão da demografia nacional, com aproximadamente 51% de mulheres e 49% de homens. A Tabela 19 e a Tabela 20 demonstram os números relacionados ao sexo, entre as populações urbanas e rurais, nos censos de 2000 e 2010.

Tabela 19 - População Total, por sexo, Rural/Urbana de Conselheiro Pena – 2000

Município	População Total	Urbana			Rural			Total	
		Total	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres	Homens	Mulheres
Conselheiro Pena	21.710	16.592	7.888	8.704	5.118	2.684	2.434	10.572	11.138

Fonte: IBGE, 2000.

Tabela 20 - População Total, por sexo, Rural/Urbana de Conselheiro Pena – 2010

Município	População Total	Urbana			Rural			Total	
		Total	Homen s	Mulhere s	Total	Homen s	Mulhere s	Homen s	Mulhere s
Conselheiro Pena	22.242	17.601	8.300	9.301	4.641	2.454	2.187	10.754	11.488

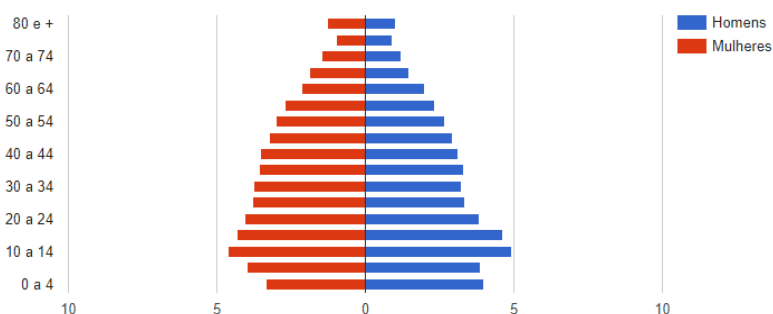
Fonte: IBGE, 2010.

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).

A pirâmide etária de 2010 (PNUD, Ipea e FJP, 2013) do município de Conselheiro Pena é apresentada no Gráfico 14. Em relação aos dois Censos anteriores houve um achatamento da base da pirâmide e significativa ampliação de seu topo, ilustrando o fenômeno anteriormente descrito.

Gráfico 14 - Pirâmide Etária de Conselheiro Pena - 2010



Fonte: PNUD, Ipea e FJP, 2013.

Condições Sociais e qualidade de vida da População

Um dos principais indicadores relacionados a mensuração das condições de vida da população, atualmente, corresponde ao Índice de Desenvolvimento Humano, em especial ao adaptado ao âmbito do município, o

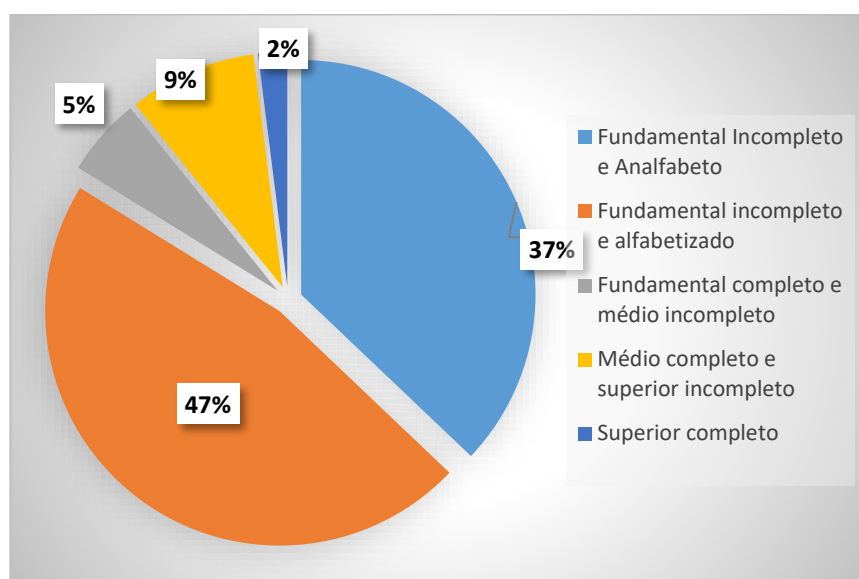
IDH-M. Este permite a análise da série histórica desde o Censo do ano de 1991 e permite a indicação de tendências quanto ao desenvolvimento da localidade. O IDH-M é uma variável numérica entre “0,0” e “1,0”, sendo que quanto mais próximo de “1,0”, maior é o desenvolvimento humano segundo as dimensões de variáveis elencadas (expectativa de vida ao nascer, percentual de pessoas de 18 anos ou mais com ensino fundamental completo e fluxo escolar da população em diferentes faixas etárias, renda municipal per capita).

O IDHM de Conselheiro Pena evoluiu de 0,411 em 1991 para 0,578 em 2000 e 0,662, em 2010, o que situa o município na faixa de Desenvolvimento Humano **Médio** (entre 0,600 e 0,699). Nas três décadas em que é feita a aferição desse índice, a dimensão que mais contribui para o IDH-M do município foi *longevidade*, seguida de *renda* e, por último, *educação*. Em 2010 os índices foram de 0,837, 0,646, e 0,537, respectivamente.

Educação

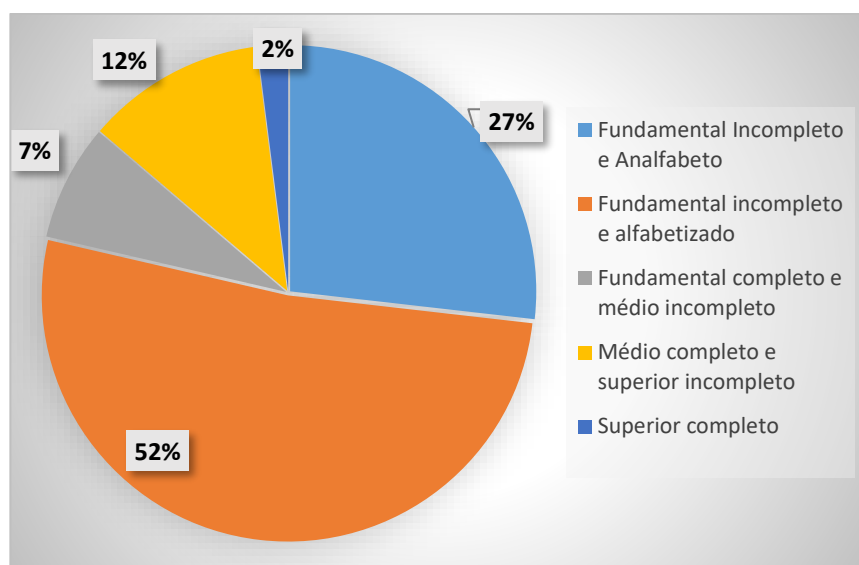
Com relação à educação, os dados sobre escolaridade da população adulta, com mais de 25 anos de idade, mostram o resultado de sucessivas políticas públicas no plano nacional voltadas ao aumento da escolaridade da população. O município reflete este processo, com destaque para as duas pontas desse processo: a diminuição do percentual de habitantes com escolaridade no nível fundamental incompleto ou analfabeto, que vai de 37% em 1991 para 20% em 2010; e o nível superior, que sai da faixa de 2% e, 1991 e atinge 5% em 2010. Os índices que medem a evolução de aspectos ligados à educação, sobretudo da população adulta, são considerados de grande inércia, pois carregam o peso de gerações anteriores, mais velhas, que não tiveram o acesso ao ensino, como as atuais gerações (vide Gráfico 15, Gráfico 16 e Gráfico 17). Mesmo com a visível melhora dos índices, ao se comparar os dados municipais com os dados nacionais, tem-se que o município de Conselheiro Pena tem índices inferiores aos brasileiros em todas as variáveis.

Gráfico 15 - Escolaridade da População Adulta (25 anos ou mais) de Conselheiro Pena - 1991



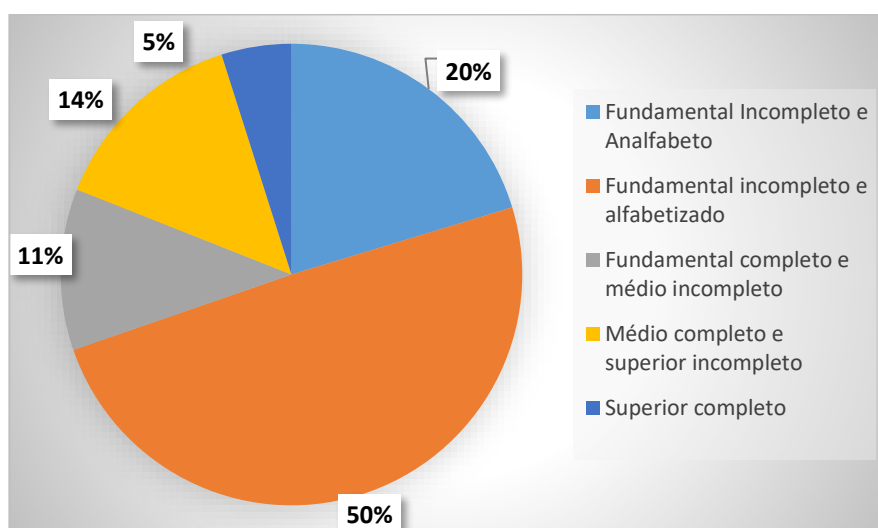
Fonte: PNUD, Ipea e FJP, 2013

Gráfico 16 - Escolaridade da População Adulta (25 anos ou mais) de Conselheiro Pena - 2000



Fonte: PNUD, Ipea e FJP, 2013

Gráfico 17 - Escolaridade da População Adulta (25 anos ou mais) de Conselheiro Pena - 2010

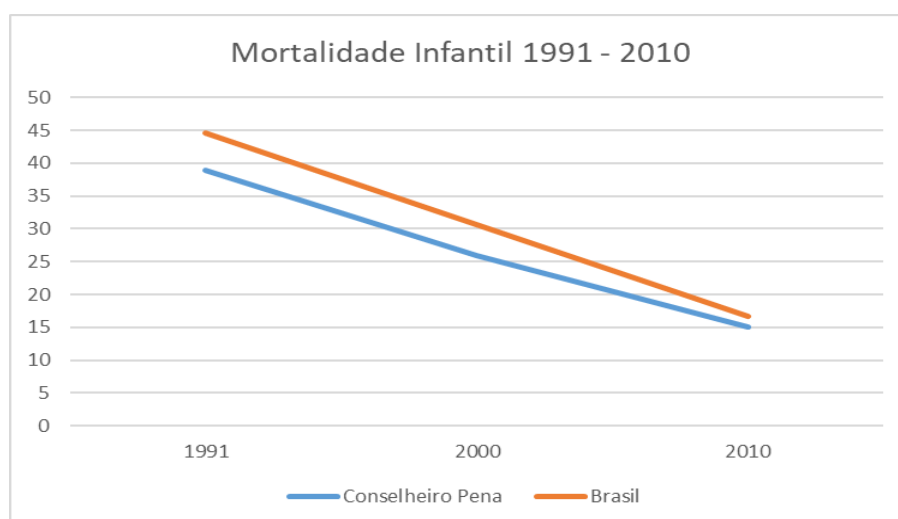


Fonte: PNUD, Ipea e FJP, 2013

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 do 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 Conselheiro Pena verifica-se que a taxa de mortalidade infantil apresenta uma tendência de queda, acompanhando a taxa brasileira. Para o ano de 2010 o município teve taxas inferiores a média nacional, com 15,0 óbitos por mil nascidos vivos (Gráfico 18).

Gráfico 18 - Mortalidade Infantil em Conselheiro Pena, 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 21 - Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), Conselheiro Pena, 2000 e 2010.

Nome do Município	Ano	IVS	IVS Infraestrutura Urbana	IVS Capital Humano	IVS Renda e Trabalho
Conselheiro Pena	2000	0.445	0.241	0.554	0.540
	2010	0.309	0.087	0.415	0.424

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 apresenta a evolução do IVS em Conselheiro Pena, que vai da faixa **Alta**, em 2000 para a faixa **Média**, em 2010. 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, são observados os seguintes indicadores: o Produto Interno Bruto, Produto Interno Bruto per capita e indicadores de ocupação e renda. O município de Conselheiro Pena tem uma modesta participação na composição do PIB de Minas Gerais, conforme pode ser observado na Tabela 22. Sua evolução no período de dez anos apresenta, ainda, uma leve diminuição em relação a essa participação.

Tabela 22 - Produto Interno Bruto (PIB) a preços correntes de Conselheiro Pena e Minas Gerais

Unidade Territorial	2005	2015	Participação no PIB Estadual (%)	
			2005	2015
Conselheiro Pena	118.347	261.782	0,6	0,5
Minas Gerais	192.639.256	519.326.359	-	-

Fonte: IBGE, 2017.

Quanto ao Produto Interno Bruto *per capita*, o município de Conselheiro Pena apresentou, em 2015, valor bastante inferior aos índices nacional e estadual (Tabela 23). 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 23 - Produto Interno Bruto *per capita* em 2005 e 2015

Unidade territorial	PIB per capita (reais) - 2005	PIB per capita (reais) - 2015
Conselheiro Pena	5.722,50	11.312,49
Minas Gerais	10.013,77	24.884,94
Brasil	11.658,12	28.876,00

Fonte: IBGE, 2018

Outros indicadores devem ser considerados, então, para que se tenha uma aproximação com a realidade local. A Tabela 24 a seguir apresenta indicadores que demonstram aspectos importantes da realidade local. Observa-se, em sua leitura, significativa redução do percentual de *pobres* e *extremamente pobres* e o aumento da renda per capita. O Índice de Gini, que mede a concentração de renda, oscilou entre 1999 e 2010, demonstrando em 2000 uma concentração maior que em 1991 e 2010.

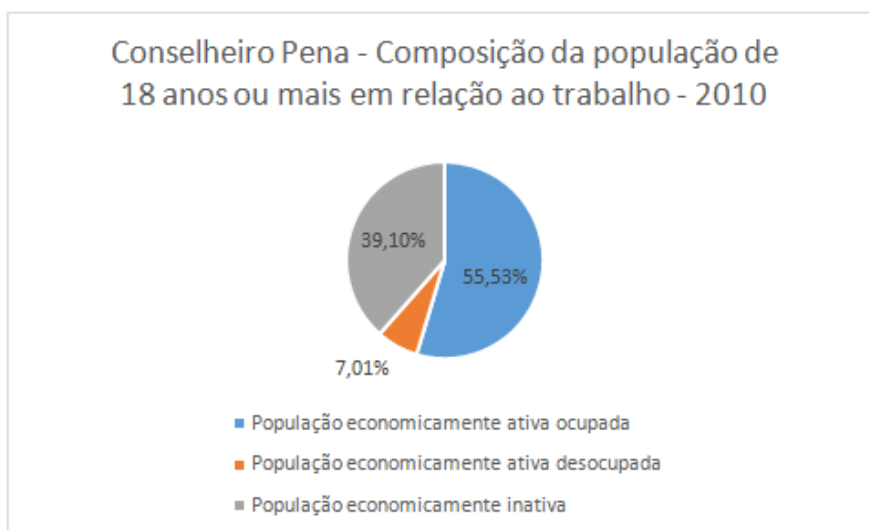
Tabela 24 - Renda, Pobreza e Desigualdade em Conselheiro Pena – 1991, 2000 e 2010

Indicadores	1991	2000	2010
Renda per capita	212,17	412,79	445,95
% de extremamente pobres	29,14	11,26	7,72
% de pobres	61,21	35,47	20,52
Índice de Gini	0,57	0,61	0,49

Fonte: PNUD, Ipea e FJP, 2013

A percentual de população economicamente ativa com mais de 18 anos, representado pela *taxa de atividade* teve pouca oscilação entre 2000 e 2010, passando de 55,43% para 55,53% (Gráfico 19). Da mesma forma, o percentual da PEA (população economicamente ativa) desocupada, representado pela *taxa de desocupação*, passou de 7,39 % para 7,01% no mesmo período (PNUD, Ipea e FJP, op. cit). O gráfico a seguir mostra os percentuais para o ano de 2010.

Gráfico 19 - População Economicamente Ativa de Conselheiro Pena, 2010



Fonte: PNUD, Ipea e FJP, 2013

Como pode ser observado na Tabela 25, em 2010, entre as pessoas ocupadas na faixa etária de 18 anos ou mais do município, 30,79% trabalhavam no setor agropecuário, 0,39% na indústria extrativa, 6,23% na indústria de transformação, 8,78% no setor de construção, 13,25% no comércio e 36,16% no setor de serviços. Observa-se que há uma aproximação entre os dados relativos aos ocupados no setor de serviços e no setor de agropecuária, o que demonstra a importância deste último setor no município.

Tabela 25 - Ocupação na faixa etária de 18 anos por setor econômico – 2010

Setor Primário	%	Setor Secundário	%	Setor Terciário	%
Agropecuário	30,79	Indústria transformação	6,23	Comércio	13,25
Indústria extrativa	0,39	Construção	8,78	Serviços	36,16
Total	31,18	Total	15,01	Total	50,63

Se em termos de emprego de mão de obra há aproximação entre os setores de serviços e agropecuária, em termos de valor adicionado o setor de serviços representa aproximadamente quatro vezes mais que o setor agropecuário, como pode ser observado na Tabela 26.

Tabela 26 - Valor Adicionado (por setor) Conselheiro Pena 2015 (em R\$ mil)

Valor adicionado	2015
Agropecuária	34.876
Indústria	17.621
Serviços	112.900
Administração Pública	81.750

Fonte: IBGE, 2018

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 que possui 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).

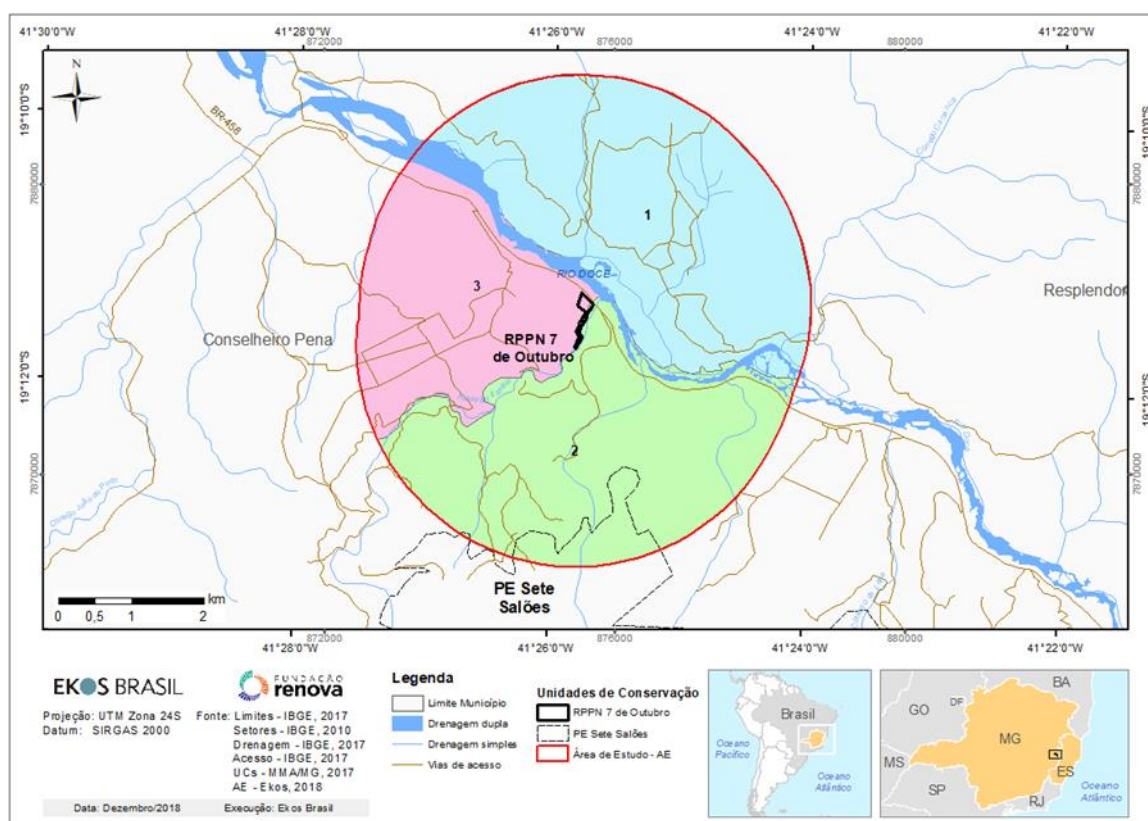
Pesquisa na plataforma digital da Fundação João Pinheiro⁷ aponta que o município de Conselheiro Pena teve o repasse de R\$ 43.729,15 no ano de 2015. O valor refere-se ao total do critério de repasse *meio ambiente*, não havendo distinção entre os três subcritérios, tampouco o valor encontra-se desmembrado entre a RPPN Sete de Outubro e o Parque Estadual Sete Salões que abrange também área do município. A dimensão da RPPN faz supor, de qualquer maneira, que não seja significativa sua participação no valor total do repasse.

Os Setores Censitários

São três os setores censitários presentes na área de estudo no raio de 3 km em relação à RPPN Sete de Outubro (Mapa 15). Um deles – o setor censitário de número 3 (ID 10117) – é o que engloba a UC. Os demais fazem parte da área envoltória, conforme indicado anteriormente. O setor de número 1 localiza-se na margem oposta do Rio Doce.

⁷ 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.

Mapa 15 - Setores censitários relacionados à RPPN Sete de Outubro



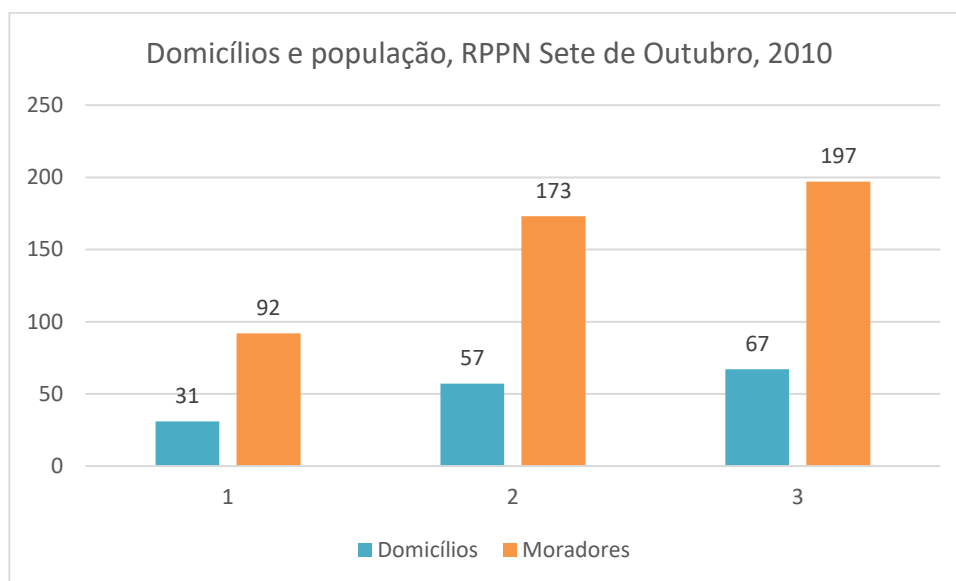
Os dados apresentados referem-se ao total do setor censitário, embora sua extensão vá além da linha de 3 km. As variáveis selecionadas, referentes a dados demográficos, de condições de vida e habitação de cada setor censitário auxiliam a compor um quadro indicativo da vulnerabilidade social no entorno da UC. As informações oferecem elementos para aferições em campo, quando serão verificadas as relações entre UC com seu entorno. Os três setores localizam-se em área rural do município de Conselheiro Pena, têm 462 moradores distribuídos em 155 domicílios, o que perfaz média de 3 moradores por domicílio (Tabela 26 e Gráfico 20), abaixo da média brasileira, que é de 3,3 moradores por domicílio. O setor censitário mais populoso é o de número 3, onde se situa a RPPN Sete de Outubro.

Tabela 27 - Domicílios Particulares Permanentes e População, 2010

Nº	Município	ID	Setor Censitário Códigos	Tipo de Setor	Domicílios	Moradores	Média de moradores por domicílio
1	Conselheiro Pena	10115	311840305000020	Rural	31	92	2,97
2	Conselheiro Pena	10116	311840305000021	Rural	57	173	3,04
3	Conselheiro Pena	10117	311840305000022	Rural	67	197	2,94
			Total		155	462	3,0

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

Gráfico 20 - Domicílios e população, 2010



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

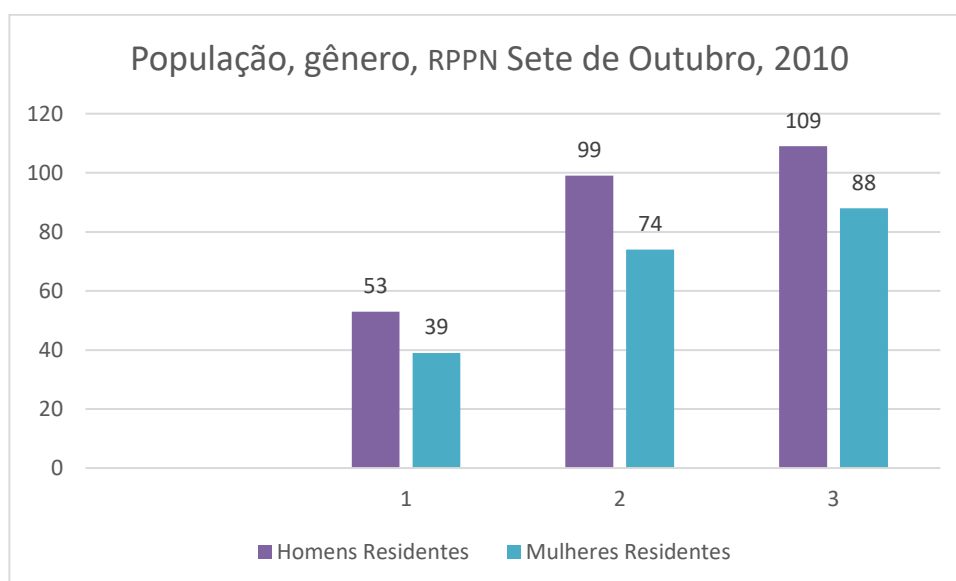
Quanto à questão de sexo, pode-se observar na Tabela 28 e no Gráfico 21 superioridade no número de homens (56,5%) em relação ao número de mulheres (43,5%). No Brasil, essa proporção é inversa, sendo 49% a percentual de homens e 51% o de mulheres. Observa-se na Tabela 28 o número de crianças e idosos, outra variável que oferece pistas sobre a vulnerabilidade do grupo. 22,5% do total de moradores têm menos de 14 anos e 6,7% tem mais de 70 anos. O setor 2 é o que proporcionalmente mais tem crianças – 24,3% - o setor 1 é o que proporcionalmente mais tem idosos – 8,7%.

Tabela 28 - População residente, sexo e idade, 2010

Nº	População Residente	Homens Residentes	Mulheres Residentes	Residentes até 14 anos	Residentes com mais de 70 anos
1	92	53	39	19	8
2	173	99	74	42	10
3	197	109	88	43	13

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

Gráfico 21 - População residente por sexo, 2010



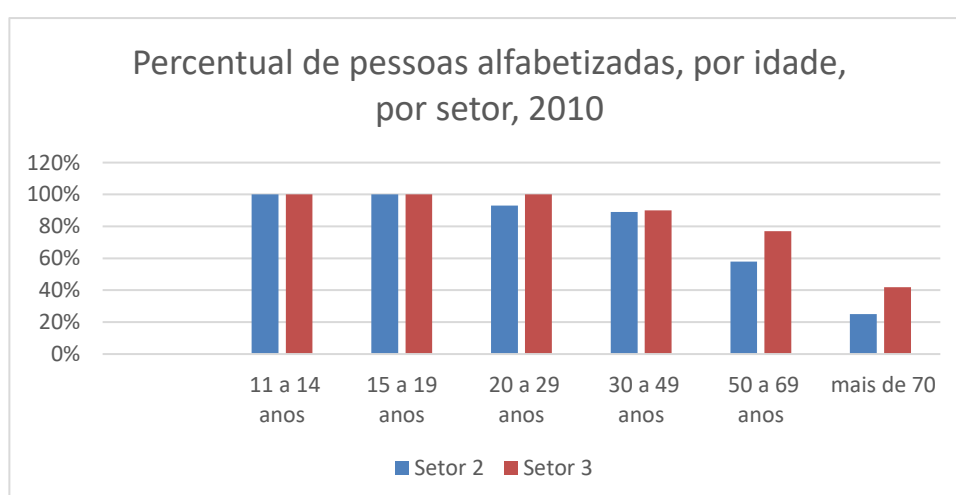
Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2010

Tabela 29 – Percentual de pessoas alfabetizadas por faixa de idade, 2010

Nº 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
1	92	-	-	-	-	-	-
2	173	100%	100%	93%	89%	58%	25%
3	197	100%	100%	100%	90%	77%	42%

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

Gráfico 22 - Percentual de pessoas alfabetizadas, por setor, 2010



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

Os dados referentes ao rendimento mensal per capita dos domicílios são apresentados na Tabela 30 e no Gráfico 23. Observa-se a predominância dos domicílios que têm rendimentos *per capita* inferiores a um

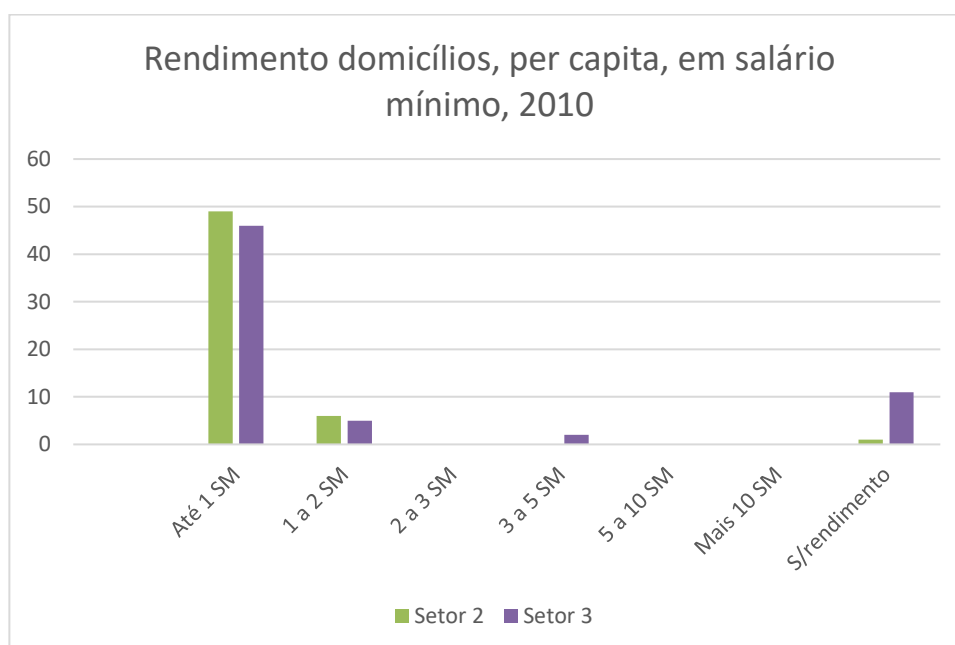
salário mínimo ao mês, tanto no setor 1 (86%), quanto no setor 2 (69%). Esse dado constitui-se um forte indicador de vulnerabilidade social. Não há informação disponível para o setor 1.

Tabela 30 - Rendimento nominal mensal per capita dos Domicílios Permanentes (não inclui improvisados), em salários mínimos, 2010

Nº	Domicílios	Até 1 SM	1 a 2 SM	2 a 3 SM	3 a 5 SM	5 a 10 SM	Mais de 10 SM	Sem rendimento
1	31	-	-	-	-	-	-	-
2	57	49	6	0	0	0	0	1
3	67	46	5	0	2	0	0	11

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

Gráfico 23 - Rendimento nominal mensal per capita dos domicílios, em salários mínimos, 2010



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2010. Obs: Não há informação disponível para o setor de número 1.

Infraestrutura e Serviços de Saneamento Básico

Com relação à infraestrutura 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. O acesso ao saneamento é um indicador importante da qualidade de vida, visto que gera impactos diretos e indiretos sobre a saúde e a dinâmica da população. Na zona rural o acesso ao saneamento básico em geral é mais precário do que em áreas urbanas.

Com relação ao abastecimento de água, embora os setores estejam localizados em áreas rurais, há diferença entre o de número 2 e 3. No setor 2, quase 100% dos domicílios têm a água captada em poço, nascentes ou outra forma, enquanto que no setor 3 cerca de 35% dos domicílios são abastecidos pela rede geral. Não há informação disponível para o setor 1.

Tabela 31 - Forma de abastecimento d'água, 2010

Nº	Total de domicílios	Forma de abastecimento		
		Rede Geral	Poço ou nascente	Outra
1	31	X	X	X
2	57	1	47	7
3	67	24	32	11

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

Quanto ao esgotamento sanitário a situação é bem crítica. No setor 2 mais de 70% dos domicílios utilizam-se de fossas, a maioria sépticas, mas também rudimentares. No setor 3, esse número chega a quase 100% dos domicílios. No setor 2 há ainda mais de 20% dos domicílios que despejam seus esgotos em valas, rios ou lagos. Não há informação disponível para o setor de número 1.

Tabela 32 - Esgotamento sanitário por domicílio, 2010

Nº	Esgotamento Sanitário					
	rede/pluvial	fossa séptica	fossa rudimentar	vala	rio/lago/mar	Outro
1	X	X	X	X	X	X
2	1	31	9	7	6	0
3	1	3	61	0	2	0

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

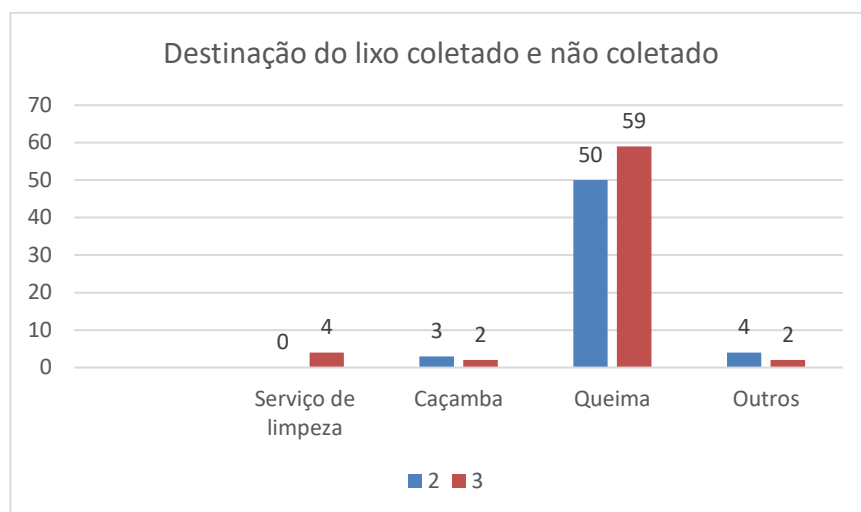
Não há coleta municipal de resíduos, sendo o lixo quase que totalmente destinado à queima nos domicílios dos dois setores (2 e 3), conforme pode ser observado na Tabela 33 e no Gráfico 24. Não há informação disponível para o setor de número 1.

Tabela 33 - Destinação de lixo (coletado e não coletado) por setor censitário, 2010

Nº	Total de domicílios	Coletado			Não coletado	
		Total	Serviço de limpeza	Caçamba	Queima	Outros
1	31	-	-	-	-	-
2	57	3	0	3	50	4
3	67	6	4	2	59	2

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

Gráfico 24 - Destinação do lixo coletado e não coletado, 2010.



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

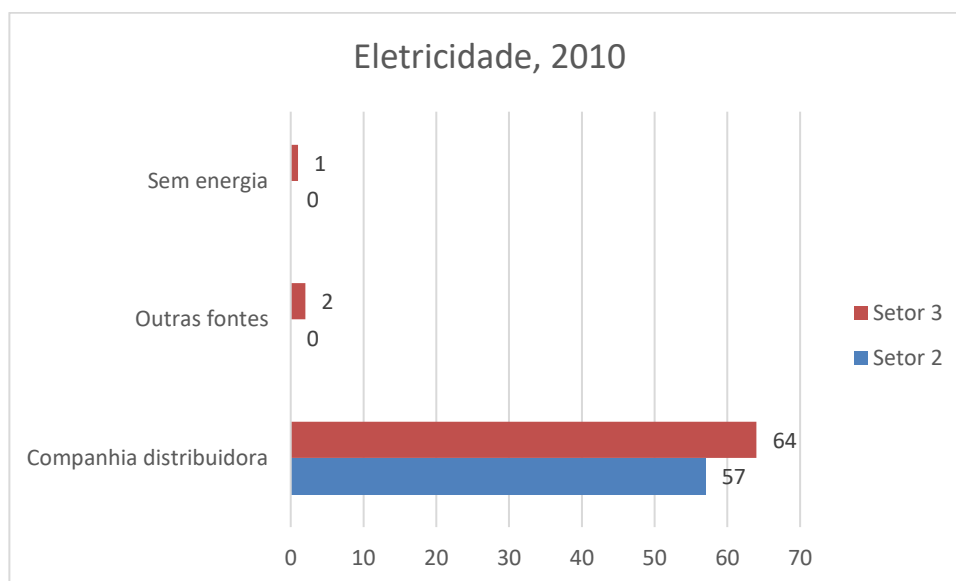
Quanto à energia elétrica, a maioria absoluta dos domicílios têm acesso aos serviços, nos dois setores.

Tabela 34 - Eletricidade

Nº	Total de domicílios	Com energia		Sem energia
		Companhia distribuidora	Outras fontes	
1	31	-	-	-
2	57	57	0	0
3	67	64	2	1

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

Gráfico 25 - Eletricidade, 2010.



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

Para uma análise geral, acrescentou-se aos dados estatísticos as informações decorrentes do Mapa de Nodalidade (Mapa 14) e Mapa de Uso e Ocupação da Terra (Mapa 13), e sintetizou a Tabela 35. 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 a tendência de pressão sobre a UC); ii) número de moradores por domicílio (quanto maior, maior a 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.

Ressalta-se tratar-se de uma comparação entre os setores censitários da área de estudo, não guardando relação com parâmetros externos. Objetiva-se que essa síntese seja uma referência para os trabalhos de campo e por esse trabalho complementada.

Tabela 35 - Síntese da vulnerabilidade dos setores da área de estudo – RPPN Sete de Outubro

Variável	Setor 1	Setor 2	Setor 3
Localização em relação à UC			
Mais populoso			
Morador/domicílio			
Mais crianças			
Mais idosos			
Alfabetização			
Renda			
Água			
Esgotamento sanitário			
Lixo			
Eletricidade			
Nodalidade			
Uso e ocupação			

4.3.2.3 Patrimônio Cultural e Arqueológico

Não foram obtidas informações sobre patrimônio cultural e arqueológico no interior da RPPN Sete de Outubro. A Tabela 36 apresenta os sítios arqueológicos existentes em Conselheiro Pena, cadastrados junto ao IPHAN.

Tabela 36 - Sítios Arqueológicos em Conselheiro Pena

Nome do Sítio Arqueológico	Tipo	Cerâmico	Lito-cerâmico	Lítico	Rupestre
Barra do Cuieté	Pré-histórico	1	0	0	0
Bela Vista	Pré-histórico	1	0	0	0
Boa Esperança	Pré-histórico	1	0	0	0
Boa Vista	Pré-histórico	0	0	0	1
Boiadeiro	Pré-histórico	0	0	1	1
Fazenda do Eme	Pré-histórico	1	0	0	0
Pedra do Letreiro	Pré-histórico	0	0	0	1
Pedra Pintada	Pré-histórico	0	0	0	1

Fonte: IPHAN, 2018

4.3.2.4 Comunidades Tradicionais, Quilombolas e Indígenas

A Terra Indígena “Krenak”, localizada no município de Resplendor, encontra-se nas proximidades da RPPN Sete de Outubro, na margem oposta do Rio Doce. A área denominada Krenak Sete Salões, reivindicada pelos Krenak, cujo processo encontra-se em estudo junto à FUNAI, localiza-se na mesma margem do Rio Doce em que está localizada a RPPN. A TI Krenak possui 4.039,8 ha e contava, em 2010, com população total de 266 habitantes, de acordo com Censo realizado na própria TI (FUNAI, 2018). Segundo classificação da FUNAI, a TI pertence à modalidade “*tradicionalmente ocupada e encontra-se regularizada*”, o que quer dizer que, após a homologação, a terra foi registrada em cartório em nome da União e na Secretaria de Patrimônio da União (FUNAI, 2018).

De acordo com o Relatório da Linha-Base, Volume II (INSTITUTOS LACTEC, 2017), observou-se, durante o levantamento realizado para inventário do patrimônio cultural, que no município de Conselheiro Pena existem duas comunidades ribeirinhas. Não há, entretanto, a localização das referidas comunidades, fato que dificulta apreender a proximidade entre essas e a UC.

4.3.2.5 Atividades de Lazer e Turismo

Não são desenvolvidas atividades de lazer, turismo e uso público no território da RPPN Sete de Outubro.

5. EXPEDIÇÃO

5.1 METODOLOGIA

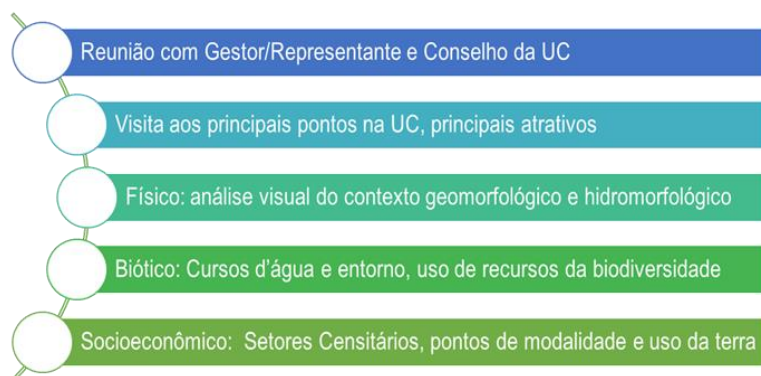
As expedições tiveram como objetivo a complementação de dados referentes as lacunas identificadas por meio do levantamento de dados secundários, de conversas e reuniões com gestores, moradores e usuários das UCs; além do reconhecimento da Unidades de Conservação e da área de estudo *in locu*. A primeira 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 foram visitadas.

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 IV).

A estrutura que orientou o planejamento da expedição está ilustrada na Figura 11. 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 11 - 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:

Tabela 37 - Características extra e intra-canal do trecho fluvial observados em campo.

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

Fonte: Adaptado de Carvalho (2017).

Além dos tipos de materiais nas margens e no leito dos cursos d'água, proposto por Carvalho (2017), foram observadas a 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 às 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 tanto para nortear os próximos passos da pesquisa, a fim de identificar/avaliar impactos potenciais no meio físico, como também foram utilizadas 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 - foi 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 se obteve 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 da RPPN Sete de Outubro, da Fundação RENOVA e da sociedade civil, presentes na Oficina de Diagnóstico realizada em Governador Valadares durante dois dias. Foram obtidos 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, envolveu a visita à RPPN e uma conversa com a representante do proprietário, a bióloga e consultora ambiental Claudia Pimenta. Foram percorridos os cursos d'água que ligam a RPPN ao Rio Doce, e ainda os limites desta pequena UC.

As impressões sobre a visita foram combinadas com as listas de fauna obtidas para o vizinho PE Sete Salões, onde estão sendo feitos levantamentos para monitorar os impactos do rompimento da barragem sobre a fauna.

A avaliação de impactos conduzida pela empresa Bicho do Mato para a mastofauna envolve a amostragem de quirópteros, pequenos mamíferos terrestres e mamíferos de médio e grande porte em módulos RAPELD. As amostragens previstas são realizadas em duas campanhas anuais, e a primeira campanha, da estação seca, ocorreu no segundo semestre de 2018.

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 o uso público da UC. Não havia informações anteriores 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. O mesmo se repetiu 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 à campo contribuiu para o entendimento das práticas de uso dos recursos naturais e de lazer das comunidades do entorno da UC. A imersão – ainda que rápida – dos pesquisadores na realidade das localidades previamente identificadas em mapas de uso da terra, levou à observação dos usos e das práticas de lazer nos espaços públicos locais disponíveis. Deve-se destacar que parte dos espaços públicos no raio de 3 km ao redor da RPPN 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 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 tal 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 realizadas⁸, foram percebidos como portadores de informações relevantes sobre aspectos histórico-culturais relativos às práticas de lazer comunitárias.

Assim, as entrevistas com esses atores-chave visaram 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 que foram 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 procuraram abordar 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 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 (a serem indicados na oficina).

Roteiro metodológico e protocolo de entrevistas

⁸ 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.

Atores sociais locais das comunidades do entorno identificados a partir de informações dos gestores e participação nas oficinas de planejamento.

- 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 que pode conter 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 de Linha de Base. Entrevistados na oficina sugeriram outros entrevistados, conforme acontece na técnica da “bola de neve”⁹. Esta técnica faz uso

[...] 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).

⁹ Descreve-se a situação ideal para aplicação da técnica. Eventuais alterações podem acontecer.

Na cadeia de entrevistas oriundas da “bola de neve” podem ser 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 é avaliada no próprio campo e, se necessário, acontecem 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, abrangeu:

- Observação para entender o cotidiano de moradores, o uso dos recursos naturais e as práticas de lazer nos espaços públicos disponíveis para interação social¹⁰;
- Entrevistas com gestores e “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.

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 RPPN Sete de Outubro puderam ter sido impactados pelo fluxo de rejeito originado do rompimento da Barragem de Fundão, nos dias 09 e 11 de fevereiro de 2019 foram realizadas visitas técnicas a locais estratégicos, dentro dos limites estabelecidos por este trabalho, 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 12 e na Tabela 38 pelo número do ponto que demarca sua posição geográfica por GPS.

¹⁰ A observação das práticas de lazer acontecerá se a situação for propícia, por exemplo, final de semana.

Figura 12 - Locais visitados na expedição à RPPN Sete de Outubro

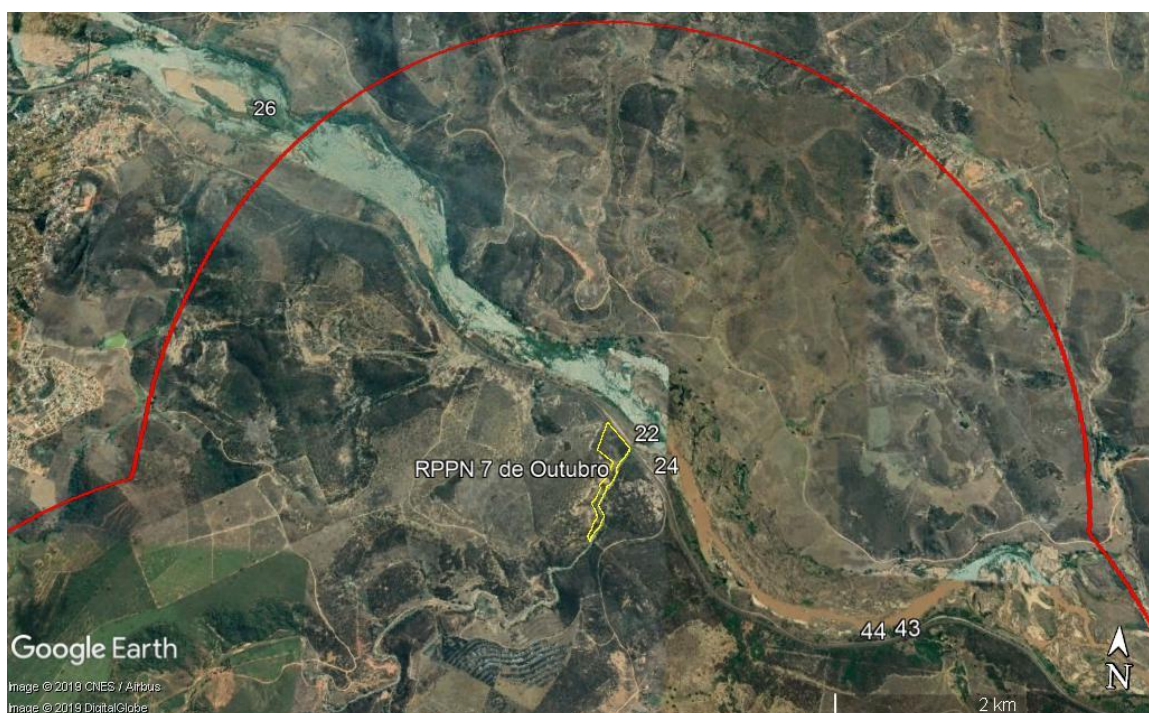


Tabela 38 - Locais visitados na expedição à RPPN Sete de Outubro

Ponto	Identificação	Data	Elevação (Z)	Coordenadas UTM	
				Latitude	Longitude
22	RPPN 7Out: ponte sobre correço Itatiaia em Conselheiro Pena	09/02/2019	91	244695,710632	7876418,876260
24	RPPN 7Out: vista do alto vale do Rio Doce confluência com córrego Itatiaia	09/02/2019	116	244911,982872	7876310,585520
26	Ilha no Rio Doce Sitio Sr. Felizberto em Conselheiro Pena	09/02/2019	127	241821,448384	7878675,592110
43	Altura máxima da cota de cheia no córrego Boiadeiro	11/02/2019	117	246383,758845	7875306,817270
44	Margem do Rio Doce próximo a confluência do rio Boiadeiro,	11/02/2019	125	246334,255684	7875371,251790

Na área de estudo, destacam-se na paisagem estruturas rochosas antigas como quartzíticos e afloramentos granito-gnaissicos. Essas formações dão suporte estrutural para as porções mais elevadas de um relevo bastante movimentado, marcado por montanhas, morros e colinas declivosas, que são conectadas ao Rio Doce por vales encaixados onde nascem e vertem fluxos de água e sedimentos que conforme se adensam são capazes de produzir e transportar grande carga de sedimentos de granulometria mais grosseira até as áreas menos elevadas, até alcançar a planície fluvial do Rio Doce (Figura 13).

O trecho ocupado pela planície fluvial é restrito, com vales morfologicamente mais encaixados entre os morros e colinas, indicando um forte trabalho de dissecação fluvial dos rios tributários do Rio Doce até posições muito próximas de sua calha. Verifica-se, portanto, o condicionamento estrutural pela conformação desses vales, meandros e declividade dos afluentes nas zonas de confluência com a drenagem principal (Figura 13).

Figura 13 - Fotos tiradas durante a expedição de campo em Conselheiro Pena, MG, entre os dias 09, e 11/02/2019.
Relevo de morros e colinas próximo a margem do Rio Doce (Conselheiro Pena, MG).



Nos córregos tributários do Rio Doce foi observado que o encaixamento dos vales é acompanhado por seções encachoeiradas, portanto, com forte influência do leito rochoso, trazendo um fluxo de água reduzido e com tendência a produção e transferência de grãos arenosos nas áreas de menor declive e baixa energia. Ao alcançar a planície fluvial, esses córregos têm seu gradiente de canal reduzido de forma relativamente abrupta. Devido à baixa intensidade dos fluxos de água desses canais (o que se agrava nos períodos de seco), ao entrar em contato com o fluxo turbulento do rio principal, os sedimentos trazidos das áreas a montante são retidos e depositados nas zonas de confluência e vales, acelerando o assoreamento de sua foz no Rio Doce (Figura 14).

Figura 14 - Conselheiro Pena/MG (09/02/2019).



Próximo a RPPN Sete de Outubro, o Rio Doce é largo, meandrante, com dois segmentos que se dividem devido a presença de ilhas rochosas. Além desta são encontradas pequenas praias fluviais de aspecto predominantemente arenoso. A calha está assentada sobre uma planície de vale parcialmente confinado em meio natural, ou seja, devido ao controle da estrutura geológica. Na planície fluvial próximo a calha predominam materiais grosseiros como matacão, cascalho e areia. Nas margens do rio a deposição da areia, muito fina, é intercalada com uma mancha preta, provavelmente decorrente da acumulação de minério de ferro. Conforme se percorre a margem em direção a jusante, as areias se tornam maiores.

Matacões, cascalhos e areias (finas e grosseiras) também podem ser visualizados em algumas formações rochosas próximas da margem e no leito do rio. A água apresentou aspecto avermelhado (turvo), provavelmente devido ao tipo de material em suspensão nessa época do ano (época de chuvas), que eleva a concentração de silte e argila na coluna d'água. No trecho percebe-se que o fluxo do rio tem forte influência na acumulação de sedimentos, principalmente a montante das ilhas rochosas, onde ocorrem armadilhas de sedimentos e nas zonas de confluência com os rios tributários.

Conforme segue-se em direção a jusante, entre a altura do córrego Boiadeiro até o córrego Barroso (município de Resplendor), a largura do Rio Doce permanece expressiva e meandrante, porém a calha segue de forma mais encaixada, nas áreas mais rebaixadas da planície fluvial, que vai sendo gradualmente reduzida. Essa redução decorre desse aumento do encaixamento do rio no vale, fortemente controlado pela estrutura geológica, fazendo com que a declividade das margens se elevem. Nesse sentido (montante –

jusante), a ocorrência das ilhas rochosas continua, porém vão diminuindo em quantidade e tamanho, indicando que também há redução na variação do gradiente do canal (Figura 15).

Figura 15 - Conselheiro Pena (MG), data 09/02/2019.



Fotos 1 e 2 - Margem do rio Doce em Conselheiro Pena (MG): (1) ilhas rochosas e armadilhas de sedimentos com presença de areia grossa e cascalho; (2) cor vermelha da água indicando presença de silte e argila, nas margens, depósitos de areia enriquecida de argila enriquecida de minerais ferrosos (mancha preta).

Seção do rio Doce a jusante das fotos 1 e 2: vale encaixado, largura e volume de água expressivo, menor presença menor quantidade de afloramento e mais ilhas vegetadas.



Além da observação do contexto da paisagem e da geomorfologia fluvial, foram realizadas 8 entrevistas semi-estruturadas com moradores, representantes de entidades locais, técnicos de empresas e responsáveis pela Unidade de Conservação.

Segundo os entrevistados, a região é rica em nascentes com água mineral de boa qualidade oriunda dos córregos que nascem na região e vertem em direção ao Rio Doce. Com o rompimento da Barragem de Fundão todo o sistema fluvial abrangido pelos limites da área de estudo foi impactado: (i) pela primeira passagem da onda de cheia “bola de lama” (termo local utilizado para se referir a onda de rejeito, carregada de sedimentos e com elevada turbidez), e depois (ii) pela segunda passagem da “bola de lama” termo local utilizado para se referir a onda de rejeito, carregada de sedimentos e com elevada turbidez).

O impacto na morfologia fluvial foi observado pelos entrevistados principalmente devido a deposição de sedimentos nas zonas de confluência do Rio Doce com canais tributários, planície e nas ilhas fluviais. No córrego Itatiaia, situado no limite da RPPN Sete de Outubro, município de Conselheiro Pena, técnicos da empresa Biocapi afirmaram que o fluxo de retorno causou a acumulação de sedimentos nesses trechos durante os primeiros dias após o rompimento da Barragem de Fundão. A mesma situação, foi relatada para as zonas de confluência do Rio Doce com os córregos Boiadeiro, Onça, Oncinha, João Pinto e Rio Eme (Figura 16).

Figura 16 - Fotos tiradas durante a expedição de campo em Conselheiro Pena e Resplendor /MG, entre os dias 09 e 11/02/2019.



Zonas de confluência de canais tributários com o rio Doce em Conselheiro Pena e Resplendor/MG. Da direita para esquerda: córrego Itatiaia, córrego do Onça e rio Barroso. Este último é utilizado para abastecimento de Resplendor.

O grande alcance do fluxo de retorno da “bola de lama”, atingindo a confluência do Rio Doce com o córrego Itatiaia, foi justificado, em parte, pelo aumento de sua zona de remanso, devido ao embarramento da Usina de Aimorés, situado a alguns quilômetros à jusante, no município de Aimorés. De acordo com o relato de trabalhadores locais, com a barragem a área de remanso aumentou, amortecendo o fluxo de água e sedimentos da drenagem por longas distâncias, e aumentando o potencial de assoreamento para trechos à montante, mais distantes, afetando a dinâmica fluvial do Rio Doce até Conselheiro Pena.

Para Lelis Barreiros, presidente da ASPEC (Associação de Pescadores de Conselheiro Pena), com o aumento da zona de remanso do Rio Doce pela construção da Barragem de Aimorés, os chamados “canalões” ficaram mais submersos. Lelis relata que, após o desastre de Fundão a população receia que estes “canalões” possam ter sido parcialmente assoreados devido a grande carga de sedimentos da “bola de lama”, e por efeito da elevação das cotas do rio com o fluxo de retorno. Este “canalão” é uma fenda geológica profunda, reconhecida na região como um local perigoso, pois na seção do rio onde ele se posiciona, o fluxo de água forma um “funil”, sugando água e sedimentos para dentro da fenda. O entrevistado destaca que após o fluxo de retorno de rejeito, causado pela segunda passagem da “bola de lama” e aumentando pelo remanso da barragem de Aimorés, a dinâmica do fluxo do funil parece ter ficado menos intensa.

Ao entrevistar o conselheiro da Bacia do Rio Doce, Henrique Lobo, o mesmo esclareceu que o chamado “canalão” é uma zona de contato entre diferentes estruturas geológicas de aproximadamente 1 km de extensão e 30 m de profundidade, e que sua localização se restringe ao trecho do Rio Doce no município de Aimorés. Segundo ele, no “canalão” o fluxo de água ganha velocidade, e por isso não é possível que haja deposição de sedimentos finos (que estejam sendo transportados em suspensão). Portanto, o conselheiro atribui a alteração do funil, relato por Lélis, mais a uma mudança na profundidade de zonas de rebojo do próprio canal do Rio Doce.

Em relação ao fluxo de retorno, de fato, membros do corpo técnico da empresa Aliança (responsável pela UHE Aimorés) afirmaram que após o desastre da Barragem de Fundão, uma das medidas preventivas tomadas pela empresa foi a paralização das turbinas e fechamento de vertedouros, reduzindo a passagem da água lamosa e, assim, segurando o máximo de sedimentos para tentar reduzir o impacto na estrutura da Usina de Aimorés e nas seções do Rio Doce a jusante. Contudo, segundo os técnicos entrevistados, o assoreamento da barragem de Aimorés devido aos sedimentos originados do rompimento da Barragem de Fundão foi muito baixo (média de 20 cm), e o retorno do fluxo na zona de remanso não extravasou a calha principal do Rio Doce.

Historicamente, quando o rio baixa (tem seu fluxo reduzido), sabe-se que emergem para a superfície ilhas rochosas (inclusive parte do “canalão”), pelo contato do rio com o leito rochoso, e bancos de areia produzidos

pela acumulação de sedimentos trazidos pelo Rio Doce e seus tributários. Apesar disso, em diferentes locais visitados, os entrevistados afirmaram e indicaram áreas onde os sedimentos se depositaram, mesmo que momentaneamente. Segundo moradores, além do impacto nas zonas de confluência de rios tributários, existem seções do Rio Doce que foram assoreadas, margens e bancos de areia que se “coloriram” com os diferentes tipos de minerais e tamanho dos grãos depositados, e ilhas fluviais que foram encobertas pelo acúmulo da lama.

Figura 17 - Expedição realizada entre os dias 09/02/2019 e 11/02/2019, Conselheiro Pena e Resplendor (MG).



Na Figura 17 é possível observar: **Foto 1:** Trecho do Rio Doce com exposição do leito rochoso, e próximo aos locais onde antes se formavam funis pelo fluxo intenso da água zonas de rebojo. **Foto 2:** Margem de ilha vegetada onde houve deposição de rejeito. **Foto 3:** No córrego Boiadeiro, a cor marrom no muro marca a altura da cheia do Rio Doce, trazendo sedimentos muito finos, os quais são também relacionados ao rejeito originado da Barragem de Fundão.

Na ilha fluvial de propriedade do Sr. Felisberto, localizada a poucos metros à montante da área de estudo da RPPN Sete de Outubro (430 metros a montante), o mesmo afirmou que o fluxo de retorno causou uma inundação diferente das que comumente afetam sua ilha: quando a inundação ocorreu, a elevada carga de sedimentos soterrou os solos, destruindo sua capacidade produtiva devido à grande deposição de camadas de sedimentos finos ricos em ferro e alumínio, além da possibilidade de outros contaminantes. Apesar da ilha não estar situada exatamente na área de estudo, entende-se que, por sua localização, a montante da zona de remanso da Barragem de Aimorés, é um exemplo do que provavelmente aconteceu nas ilhas fluviais a jusante, e que estão dentro da área de estudo.

Foi relatado que 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. Porém, com o rompimento

da Barragem de Fundão, a coloração avermelhada da água, que até certo ponto era esperado nessa época do ano, se acentuou. Além disso, durante um período após o desastre, a água do Rio Doce passou a se apresentar de forma caudalosa, muito turva, e um cheiro muito forte. Indígenas afirmaram que o rio fedia, uma mistura de cheiros não identificados junto ao odor de peixe morto. A elevada concentração de sedimentos na água e sua contaminação foi apontada pelos entrevistados como a causa da grande quantidade de peixes mortos, além de outras espécies da fauna e flora aquática, como o carangonço e as gigogas. Lelis (ASPEC) ressalta que com o desastre todos os pontos de captura de peixes foram prejudicados. A quantidade de peixes no rio, hoje, aumentou devido ao fim da pesca. Apesar disso, a mortandade continua alta, principalmente na época de estiagem, quando o rio baixa. De acordo com moradores e pescadores, também tem sido observado a morte e aborto de outras espécies, como cabritos e carneiros, após a tragédia de Fundão. A Figura 18 exemplifica impactos causados pelo rompimento da Barragem de Fundão nas águas do Rio Doce e ilhas fluviais localizadas no trecho em estudo.

Figura 18 - Fotos do sr. Felisberto: mortandade de peixes, inundação e soterramento dos solos da ilha fluvial devido ao fluxo de retorno com altas concentrações de rejeito.



Outro aspecto levantado por alguns entrevistados foi o fato de que houve aumento de poços e construção de açudes nos municípios de Conselheiro Pena e Resplendor, das sub-bacias que drenam a Unidade de Conservação e sua Zona de Amortecimento. O aumento da captação e do consumo das águas das nascentes e córregos locais pode impactar a área de estudo, reduzindo qualidade das águas dos rios tributários até o Rio Doce.

5.2.2 Meio Biótico

Vegetação

A RPPN Sete de Outubro recebeu a expedição no dia 9 de fevereiro de 2019 (Figura 19). Foram feitas caminhadas pelo entorno e interior da área vegetada e beira do córrego Itatiaia. A UC está localizada na Zona de Amortecimento do Parque Estadual Sete Salões o qual, da mesma maneira, corresponde a um importante remanescente de Mata Atlântica associada a variadas formações, desde campos rupestres até florestas de candeias. Porém, diferentemente deste último, quase não há presença de espécies dos tipos vegetacionais encontrados no PE.

Pôde-se observar que a área é bem degradada tanto em relação à má qualidade do solo (muito erodido pelo desflorestamento e uso inadequado da terra), como pela qualidade da vegetação em estágio inicial de regeneração, sendo a aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) a espécie de predominância na área em agrupamentos quase homogêneos (Figura 20). O porte dessas árvores varia de 3m a 8m, as quais em geral, possuem diversos troncos, testemunhando os cortes que sofreram na tentativa de reduzir sua população e abrir áreas para pastagem. O solo nestes agrupamentos de aroeira apresenta-se bastante raso. Em decorrência do sombreamento, do pisoteio do gado, de roçadas frequentes e de uma possível alelopatia, o estrato inferior é bastante ralo. Poucas espécies são observadas no interior dos agrupamentos de aroeira, destacando-se o faveiro (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.). As áreas mais íngremes encontram-se tomadas por processos erosivos severos que estão causando grandes perdas de solo, contribuindo ainda mais com o assoreamento do Rio Doce.

Apesar de não ter havido tempo suficiente para um levantamento florístico e para gerar dados primários para comparação com a lista de espécies levantada pela Linha de Base, constatou-se, por observação, que a maioria das espécies de possível ocorrência na área não está presente. Embora localizada às margens do Rio Doce, a área da RPPN não foi diretamente afetada pelo rompimento da barragem, pois a sua cota altitudinal encontra-se alguns metros acima do nível máximo atingido pela lama de rejeito.

Figura 19 - Vista geral da vegetação da RPPN Sete de Outubro.



Figura 20 - Interior da área vegetada com predomínio de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*).



Mastofauna

A RPPN Sete de Outubro tem uma área bastante reduzida, a vegetação empobrecida é constituída basicamente por aroeiras, formando uma cobertura contínua.

Durante a visita de campo, o estado de degradação da área, do solo e dos corpos d'água determinaram a retirada de diversas espécies de mamíferos da lista de provável ocorrência, não devido a impactos do rompimento, mas ao tamanho e situação da vegetação e da RPPN como um todo.

As tabelas abaixo (Tabela 39, Tabela 40 e Tabela 41) resumizam estas informações, para pequenos mamíferos não-voadores, quirópteros e mamíferos de médio e grande porte.

Tabela 39 - Lista de espécies de pequenos mamíferos de provável ocorrência na RPPN Sete de Outubro.

Táxon	Nome vulgar	IUCN	BR	MG
Didelphimorphia				
Didelphidae				
<i>Philander frenatus</i> ****	cuíca-de-quatro-olhos	LC		
<i>Didelphis aurita</i>	gambá-de-orelha-preta	LC		
<i>Marmosops incanus</i> ****	cuíca	LC		
Rodentia				
Cricetidae				

<i>Akodon cursor</i>	rato-do-campo	LC		
<i>Cerradomys subflavus</i>	rato-da-árvore	LC		
<i>Calomys sp.</i> ****	rato	NT		
<i>Necomys lasiurus</i>	rato-pixuna	LC		
<i>Nectomys squamipes</i>	rato-d'água	LC		
<i>Oligoryzomys nigripes</i>	rato-do-arroz	LC		
Echimyidae				
<i>Trinomys setosus</i>	rato-de-espinho	LC		

Legenda: **** registrado através de amostragens da empresa Bicho do Mato para a UC adjacente, o PE Sete Salões.

As espécies listadas consistem naquelas apresentadas no diagnóstico com base em dados secundários (Lista de Espécies 2 do Anexo II) mais resistentes às alterações de origem antrópica e menos dependentes de uma cobertura florestal bem estruturada e diversa, permanecendo também as espécies de roedores e marsupiais de borda de floresta (*Necomys lasiurus*, *Akodon cursor*, *Cerradomys subflavus*, *Didelphis aurita*). Foram acrescentadas à tabela apresentada no diagnóstico (Lista de Espécies 2 do Anexo II) duas espécies de pequenos mamíferos (*Calomys sp.* e *Philander frenatus*) registradas para o PE Sete Salões, vizinho à RPPN, em levantamento da estação seca feito pela empresa Bicho do Mato. Ambas são facilmente encontradas em áreas alteradas, ou mesmo de pastagens.

Espécies reconhecidamente arborícolas e exigentes em termos ambientais (*Phyllomys pattoni*, *Caluromys philander*), ou que necessitam de cursos d'água bem preservados (*Chironectes minimus*) foram retiradas da lista de provável ocorrência, o que resultou na lista apresentada acima, com 10 espécies de pequenos mamíferos não-voadores.

Tabela 40 - Lista de quirópteros de provável ocorrência na RPPN Sete de Outubro.

Táxon	Nome vulgar	IUCN	BR	MG
Ordem Chiroptera				
Emballonuridae				
<i>Peropteryx macrotis</i>	morcego	LC		
<i>Rhynchonycteris naso</i>	morcego	LC		
<i>Saccopteryx leptura</i>	morcego	LC		
Furipteridae				
<i>Furipterus horrens</i>	morcego	LC	VU	
Molossidae				
<i>Cynomops planirostris</i>	morcego	LC		

<i>Eumops auripendulus</i>	morcego	LC		
<i>Molossus molossus</i>	morcego	LC		
<i>Molossus rufus</i>	morcego	LC		
<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	morcego	LC		
<i>Promops nasutus</i>	morcego	LC		
Noctilionidae				
<i>Noctilio leporinus</i>	morcego	LC		
Phyllostomidae				
<i>Anoura caudifer</i>	morcego-beija-flor	LC		
<i>Anoura geoffroyi</i>	morcego	LC		
<i>Artibeus cinereus</i>	morcego	LC		
<i>Artibeus fimbriatus</i> ****	morcego	LC		
<i>Artibeus lituratus</i> ****	morcego	LC		
<i>Artibeus obscurus</i>	morcego	LC		
<i>Artibeus planirostris</i>	morcego	LC		
<i>Carollia brevicauda</i>	morcego	LC		
<i>Carollia perspicillata</i> ****	morcego	LC		
<i>Chiroderma villosum</i>	morcego	LC		
<i>Chrotopterus auritus</i>	morcego	LC		
<i>Desmodus rotundus</i> ****	morcego-vampiro	LC		
<i>Diphylla eucadata</i>	morcego	LC		
<i>Glossophaga soricina</i>	morcego	LC		
<i>Lonchorhina aurita</i>	morcego	LC	VU	
<i>Lophostoma brasiliensis</i>	morcego	LC		
<i>Micronycteris minuta</i>	morcego	LC		
<i>Mimon bennettii</i>	morcego	LC		
<i>Mimon crenulatum</i>	morcego	LC		
<i>Phyllostomus discolor</i>	morcego	LC		
<i>Phyllostomus hastatus</i>	morcego	LC		
<i>Platyrrhinus lineatus</i> ****	morcego	LC		

<i>Platyrrhinus recifinus</i>	morcego	LC		
<i>Pygoderma bilabiatum</i>	morcego	LC		
<i>Sturnira lilium</i>	morcego	LC		
<i>Sturnira tildae</i>	morcego	LC		
<i>Trachops cirrhosus</i>	morcego	LC		
<i>Uroderma magnirostrum</i>	morcego	LC		
<i>Vampyressa pusilla</i>	morcego	DD		
Vespertilionidae				
<i>Eptesicus diminutus</i>	morcego	DD		
<i>Lasiurus blossevilli</i>	morcego	LC		
<i>Lasiurus ega</i>	morcego	LC		
<i>Myotis nigricans</i>	morcego	LC		

Legenda: **** espécies registradas através de amostragens da empresa Bicho do Mato para a UC adjacente, o PE Sete Salões.

Os dados fornecidos pela Fundação Renova, relativos à amostragem da campanha de seca da empresa Bicho do Mato, permitiram conformar a presença de cinco espécies de quirópteros que já haviam sido listadas como de provável ocorrência (marcados com **** na tabela acima). São espécies comuns, e entre elas destaca-se o morcego vampiro, *Desmodus rotundus*. Cabe notar, no entanto, que a lista apresentada reflete o desconhecimento da quiropteroфаuna desta UC, já que foi feita com base em distribuição de espécies e no levantamento realizado em áreas próximas, e não na própria RPPN. Não há elementos, no entanto, para indicar quais as espécies que ocorrem de fato, e eliminar outras. Sugere-se portanto que esta lista não represente adequadamente a fauna de quirópteros da área, e que um levantamento adequado se faz necessário.

Tabela 41 - Lista de mamíferos de médio e grande porte de provável ocorrência ou de ocorrência confirmada em campo, no PE Sete salões.

Táxon	Nome vulgar	IUCN	BR	MG
Ordem Rodentia				
Erethizontidae				
<i>Coendou spinosus</i>	ouriço-cacheiro	LC		
Ordem Lagomorpha				
Leporidae				
<i>Sylvilagus brasiliensis</i> ****	Tapiti	LC		

Ordem Cingulata				
Dasypodidae				
<i>Cabassous tatouay</i>	tatu de rabo mole	LC		
<i>Dasypus novemcinctus</i>	tatu-galinha	LC		
Ordem Pilosa				
Myrmecophagidae				
<i>Tamandua tetradactyla</i> ****	tamanduá-mirim	LC		
Ordem Carnivora				
Canidae				
<i>Cerdocyon thous</i>	cachorro-do-mato	LC		
Felidae				
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	jaguarundi	LC	VU	
<i>Leopardus pardalis</i>	jaguaritica	LC		VU
<i>Leopardus guttulus</i>	gato-do-mato-pequeno	LC	VU	VU
Mustelidae				
<i>Eira Barbara</i> ***	Irara	LC		
<i>Lontra longicaudis</i>	Lontra	NT		VU
Procyonidae				
<i>Nasua nasua</i> ***	Quati	LC		
<i>Procyon cancrivorus</i> ****	mão-pelada	LC		

Legenda: **** registrado através de amostragens da empresa Bicho do Mato.

A lista de mamíferos de médio e grande porte de provável ocorrência foi bastante alterada após a campanha de campo. A observação dos ambientes disponíveis e da vegetação e estado geral de conservação da RPPN resultaram na diminuição do número de espécies que atualmente ocorrem. É importante notar que a ausência de tais espécies não está relacionada ao rompimento da barragem. Como a lista de provável ocorrência (Lista de Espécies 4 do Anexo II) foi elaborada com base na distribuição conhecida para cada espécie, em uma escala geográfica, a visita e o registro dos ambientes resultou na retirada de diversas delas, que não ocorrem no parque. É o caso do ouriço cacheiro da Bahia, *Coendou insidiosus*, e da preguiça de coleira, *Bradypus torquatus*.

O mesmo vale para a anta, *Tapirus terrestris*, o cateto (*Pecari tajacu*) e para as onças parda e pintada (*Panthera onca* e *Puma concolor*). Da mesma forma, considera-se que não ocorrem primatas na RPPN. Apenas duas espécies de tatus foram mencionadas nas entrevistas para a UC Sete Salões, adjacente, e estas foram mantidas na lista, juntamente com o tamanduá-mirim. Foram mantidas diversas espécies de

felídeos e mustelídeos, membros da Ordem carnívora, que também ocorrem no PE Sete Salões, têm hábito discreto e podem utilizar o parque como parte de sua área de vida.

Sendo assim, a lista de espécies de mamíferos de médio e grande porte para a RPPN Sete de Outubro contém apenas 13 espécies, e em grande parte este número se deve à proximidade com o Parque Estadual Sete Salões. O principal problema para os mamíferos e para a fauna em geral é o estado de conservação desta RPPN, a vegetação e solo empobrecidos, e a situação geral de assoreamento dos corpos d'água.

Avifauna

Durante a visita aproveitou-se para coletar alguns dados primários de maneira oportunista. Na ocasião foram visitadas a margem direita do Rio Doce, a margem esquerda do ribeirão Itatiaia ao longo de toda a RPPN, bem como a porção florestada (mais ao norte a leste) e toda a área de pastagem abandonada nas partes mais elevadas da RPPN. Durante a visita, que transcorreu entre as 7h00 e as 10h30, foram registradas todas as espécies de aves que foram escutadas vocalizando e/ou observadas com o auxílio de binóculos. A listagem de espécies de aves obtida após os trabalhos de campo na RPPN é de apenas 51 espécies (Anexo II), o que deve ser considerado um número bastante modesto, embora representativo, da avifauna local. Os dados primários obtidos, juntamente com os dados compilados durante a construção da linha de base, confirmam a ideia de que a fauna da região passou por um dramático processo de extinção e homogeneização durante o último século. É seguro admitir que pelo menos 50% da avifauna encontrada atualmente na área da RPPN não habitava originalmente as baixadas do Rio Doce há 100 anos atrás. T tamanha modificação da composição da comunidade foi causada 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 e de seu entorno. 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, encontra-se bastante degradada, 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. Sobre os impactos, confirmou-se que nesse trecho do rio 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 Conselheiro Pena e Resplendor, apenas seis espécies da herpetofauna, todas elas comuns e de distribuição geográfica relativamente ampla (i.e. *Phrynops geoffroanus*, *Hypsiboas crepitans*, *Ameiva ameiva*, *Hemidactylus mabouia*, *Micrablepharus maximiliani*, *Tropidurus torquatus*). A maior parte delas já havia sido registrada na área por meio de dados secundários usados para a construção

da linha de base. Portanto, 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 à RPPN Sete de Outubro foi encontrar, caracterizar e analisar a estrutura do corpo d'água presente do qual a unidade é mata ciliar, o Ribeirão Itatiaia (Figura 21), em sua porção dentro da unidade, entorno da mesma (Zona de Amortecimento) e sua confluência com o Rio Doce, a fim 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 desse corpo d'água, possibilitou algumas especulações direcionadas, com relação às funções ecológicas presentes no mesmo e, em alguns casos, aos grupos que poderiam estar presentes desempenhando essas funções.

No trecho interno da Unidade de Conservação, o riacho contava com vegetação em regeneração em uma das margens e pasto abandonado (ou mal manejado) na outra. Apesar da estrutura do canal estar mantida, o assoreamento era visível em diversos pontos e a diversidade de meso-habitats e micro-habitats estava prejudicada. O mesmo cenário se repetia na Zona de Amortecimento, com a diferença que nesta área não havia presença de mata ciliar em nenhum ponto e, com isso, além do assoreamento, era visível também a incidência direta de luz, que é responsável por aumentar a amplitude de variação térmica da água ao longo do dia e proporcionar o desenvolvimento de algas filamentosas e macrófitas.

A confluência com o Rio Doce também apresentava o mesmo cenário concedendo características típicas de rios de maior porte ao pequeno riacho, o que pode favorecer a colonização desses ambientes por espécies típicas de calha, ou que costumam transitar nessa interface.

Nenhum outro corpo d'água, temporário ou perene, foi encontrado na área de estudo.

Figura 21: Foz do Ribeirão Itatiaia, próximo à sua confluência com o Rio Doce. Acima da ponte, à direita da imagem é possível observar os limites da RPPN Sete de Outubro.



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 ocorrências, 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 será levantada.

5.2.3 Meio Socioeconômico e Cultural e de Uso Público

A expedição à Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Sete de Outubro ocorreu no dia 09 de fevereiro de 2019. A RPPN é parte da Fazenda Sete de Outubro (Figura 22). A propriedade está inserida próxima à margem do Rio Doce, tendo a EFVM e a Rodovia Abraão Augusto Afonso Mesquita entre a propriedade e o Rio Doce.

Figura 22 - Entrada da RPPN Sete de Outubro, na planície do Rio Doce.



O proprietário da RPPN, Sr. Sérgio Augusto Mesquita, não estava presente na área, atualmente não reside no município. Portanto, a responsável destinada por receber a equipe e acompanhar o projeto, Cláudia Pimenta, é bióloga e possui uma empresa de consultoria ambiental na região. Foi realizada a visita à sede

da Fazenda Sete de Outubro e entrevista com o irmão do proprietário, Sr. Marcílio, que cuida da propriedade (Figura 23). A entrevista com ambos foi gravada.

Figura 23 - Vista da varanda da sede da Fazenda, possível avistar o Rio Doce ao fundo



Os relatos referem-se principalmente às perdas da fazenda, como espaços de plantio, gado e capineiras (capinzal). A fazenda produz leite, são cinquenta vacas. O proprietário é cooperado e o leite é vendido à Cooperativa. São três os empregados da fazenda que trabalham com o gado e com o manejo do pasto.

Desse setor de planície, a RPPN se estende por relevo de morros, até o topo de um deles. Neste ponto o limite oeste da UC se dá pelo ribeirão, cujas nascentes encontram-se no interior do Parque Estadual de Sete Salões. Nesse sentido, a RPPN funciona como uma Zona de Amortecimento ao parque estadual.

A RPPN se constitui por fragmentos bem alterados da mata nativa, em estágio pioneiro e inicial que conferem uma baixa qualidade ambiental da área. Agrava-se a este fator, o uso da terra do entorno da UC ser caracterizado por pastagens e pequenas roças de milho, vide Figura 24, o que se constitui em vetores de pressão/efeito de borda, devido ao uso de fogo para manutenção das pastagens. Importante destacar que a RPPN está inserida numa propriedade maior do mesmo dono, que é uma fazenda produtora de gado. O uso da terra da região é de pastagens com baixíssima produtividade, segundo informações dos órgãos de produção local, a produtividade gira em torno de 0,2 cabeças de gado por hectare. Foi relatado pelo irmão do proprietário da RPPN a existência de conflitos entre proprietários de terras, pois em um episódio de manutenção da pastagem, o proprietário vizinho ateou fogo à vegetação ressequida, que acabou por adentrar a área da RPPN.

Figura 24 - Vista da propriedade vizinha a RPPN Sete de Outubro.



Contudo, e contraditoriamente a essa paisagem degradada, a RPPN foi instituída para possibilitar o fluxo genético do PE Sete Salões até a calha do Rio Doce. Há relatos de presença da onça preta na região, a qual ao mesmo tempo em que se configura como um indicador biológico, é também foco de conflitos entre os proprietários pela predação, pela onça, de criação doméstica, vacas e cabritos, das propriedades.

O abastecimento de água da RPPN se dá por poços artesianos e pela rede de abastecimento pública. Mas a coloração da água é tão barrenta, vide Figura 25, que os moradores acabam comprando água engarrafada para dessedentação e preparo de alimentos. A queixa do entrevistado é de que a Samarco/Renova nunca apareceu na região para quaisquer esclarecimentos, tampouco para indenização das perdas por conta da lama de rejeitos. As fossas com sumidouro são também a maneira de coleta do esgoto.

Figura 25 - Garrafas comparando as cores das águas, a direita água mineral comprada, a esquerda água da torneira da propriedade



Do ponto de vista do lazer e turismo, o destaque era a calha do Rio Doce junto a RPPN. Nesse setor, o Rio Doce forma uma praia, com áreas de remanso próprias para a prática de natação e demais atividades de lazer nos corpos d'água, vide Figura 26. Segundo relato do entrevistado era comum nos finais de semana, ou mesmo durante a semana, as pessoas estacionarem os carros na estrada de terra e dirigirem-se a este setor de praias e remansos para atividades de lazer.

Figura 26 - Praia do Rio Doce, na RPPN Sete de Outubro. Local outrora frequentado pela população local para atividades de lazer e que após o recobrimento com a lama de rejeitos ficou abandonado.



Com a lama de rejeitos essas atividades foram encerradas. Relato do Sr. Marcilio demonstra o esgarçamento das relações topofílicas, à medida que ele não tem mais a vontade de ir à beira do Rio depois da chegada da lama de rejeitos, para não ver a desolação da área. Isso parece ocorrer com os demais usuários, que abandonaram essa área de lazer.

Na beira da fazenda tem um lugar que chama prainha. No final de semana difícil não ver uns 12 ou 15 carros encostados, excursão, o pessoal banhando, fazendo piquenique. (...) O rio parece um cemitério. A região é muito quente, o povo procura um lugar de roça. A prainha é na RPPN (Senhor Marcílio).

Além desta transformação simbólica no espaço vivido da comunidade, houve a decepção diante da impossibilidade de levar adiante projetos futuros. No relato da Sra. Claudia, gestora da área, estava em andamento um levantamento das características da RPPN para participar de um circuito turístico da região. O foco, segundo a entrevistada, se daria pela recepção a grupos interessados em nichos específicos, como observadores de pássaros e ao turismo cultural. Nessa última abordagem, destaca-se a sede da fazenda, constituída por um casario do início do século XX, com arquitetura de influência germânica e com um mobiliário desse período da república velha brasileira, quando o Estado de Minas Gerais participava mais ativamente da política nacional, na República do Café-com-Leite. A região viveu visceralmente esse período, haja vista o primeiro presidente mineiro ser da região – Afonso Pena – que inclusive dá nome ao município em uma fase anterior a presidência, como Conselheiro da Província (do Estado), ou seja, Conselheiro Pena. Este período faz parte do imaginário local, com ênfase aos causos do coronelismo deste período, tendo a figura do “coronel” Bin-Bin sua máxima expressão.

Assim, a casa sede da fazenda/RPPN, vide Figura 27, seria um grande atrativo para os visitantes “mergulharem” nesse período da história brasileira. Contudo, essa atração se justifica dentro de um circuito maior, integrando atrativos naturais e culturais da região. A sede, por si só, não justifica uma motivação exclusiva de visitação.

Figura 27 - Visão externa e interna da casa sede da Fazenda e da RPPN Sete de Outubro. Havia interesse de inseri-la no circuito de visitação a região





Sobre o projeto, diz a consultora:

Tem um foco que é muito forte dentro do Sete Salões que é de observadores de aves, a gente precisa traçar. Tem até o turismo do Bari, que foi em Resplendor, juntou e fez alguns pontos, um circuito. Esse seria um ponto do circuito. Foi excluído, porque tudo o que vc fala ... essa água não é mais boa... igual aqui a gente teria como fazer uma área de banho na beira-rio, a gente fala aqui prainha. (...) pensava em fazer uma trilha. (Cláudia Pimenta, bióloga).

E prossegue:

A região precisa ter valor, porque a degradação aqui é muito grande, o desmate é muito grande. Aqui a cultura do desmate é muito grande. São poucos os que conservam. Não há incentivo. A RPPN poderia ser um polo de experiência de como ver uma mata ciliar... Tem que trazer a criançada para uma nova visão. (...) Não há nenhuma atividade com visitantes. Há espaços para fazer experiência. Como investir algo aqui com tudo que aconteceu se não teve nenhuma indenização? (Cláudia Pimenta, bióloga).

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 socioeconômicas 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 VIII 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 23 impactos na área de estudo, dos quais 12 no Meio Físico, 7 no Meio Biótico e 4 no Meio Socioeconômico e Cultural.

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.
- (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).
- (S4) Perda de fonte de abastecimento de água/ perda de acesso a água.
- (S5) Perda das relações topofílicas.

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 42.

Tabela 42 - 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	Período de tempo ao longo do qual um impacto vai exercer influência ativa sobre o compartimento estudado, na ausência de medidas mitigatórias.	<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: Chama-se atenção para o fato que a duração de muitos impactos é de difícil mensuração, uma vez que se tratou 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	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>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>

		A - alta - o efeito resulta em alterações na integridade dos sistemas ecológicos ou sistemas socioeconômicos da UC.
Significância	Mede a intensidade do impacto a partir das interações dos critérios de reversibilidade, extensão geográfica, importância e magnitude.	B – baixa. M – média. A – alta. MA - muito alta.

A classificação de cada impacto conforme os critérios da Tabela 42 foi organizada numa Matriz de Avaliação de Impactos, apresentada na Tabela 43. 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 44. Esta Matriz de Significância do Impacto também seguiu orientações do Termo de Referência.

Tabela 43 - Modelo de Matriz de Avaliação de Impacto adotada no presente projeto

IMPACTO		EXAME				SIGNIFICÂNCIA			
Impacto		Ocorrência	Incidência	Natureza	Duração	Reversibilidade	Extensão	Importância	Magnitude

Tabela 44 - 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 entre os dias 09 e 11/02/2019, foi possível agregar ao Diagnóstico de Linha de 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 desastre do rompimento 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 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 a expedição, pode-se concluir que, de fato, após o rompimento da Barragem de Fundão, houve aumento de poços e açudes para captação das águas de nascentes e córregos localizados dentro da área de estudo, no município de Conselheiro Pena e Resplendor.

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, próximo a RPPN Sete de Outubro e Parque Estadual Sete Salões, na altura do município de Conselheiro Pena (a montante da Unidade de Conservação), foram encontrados depósitos de rejeito de minério de ferro. De acordo com os autores:

“O rio possuía um leito médio muito extenso, com depósitos arenosos e cascalhentos dividindo o fluxo em diversos braços. Próximo à margem esquerda, ainda na calha, havia depósitos de seixos aluviais parcialmente cimentados (encouraçamento). No talvegue, a água estava muito turva e avermelhada, à semelhança do verificado em Resplendor. Porém, como o nível do rio aparentemente já estava rebaixado e o local é uma zona de sedimentação, foi possível encontrar depósitos do rejeito. Os sedimentos provenientes da Barragem de Fundão foram depositados nas bordas das barras arenosas que ocorrem no leito do rio. A espessura desses depósitos era milimétrica e de granulometria consideravelmente mais fina do que os depósitos sobrepostos” (FELIPPE ET AL., 2016, p. 16).

De acordo com os relatórios da CPRM/ANA (2015a; 2015b), apesar desse trecho não ter sofrido com as inundações da passagem da onda de cheia, nas margens do Rio Doce foram constatados lagos com elevada turbidez. Contudo, Felipe et al (2016) frisam que, como esses lagos estavam inacessíveis durante as datas da expedição, não foi possível constatar se essa turbidez foi causada pelo fluxo de rejeito ou se foi devido a incidência de chuvas, natural durante os meses de outubro a março. Observa-se imagem capturada durante a expedição na Figura 28.

Figura 28 - Fotografias do Rio Doce em Conselheiro Pena entre os dias 17 a 20/11/2015.



Rio Doce visto a partir da estrada



Visada da porção a montante do rio Doce.

Fonte: Felipe et al. (2016a).

A jusante da RPPN Sete de Outubro, Felipe et al. (2016) observaram que no trecho do Rio Doce, próximo ao município de Resplendor, a “água ocupou todo o leito médio do rio e se apresentou homogeneamente turva, com viscosidade elevada e de coloração avermelhada” (divergindo dos sedimentos de coloração alaranjada, frequentes no período chuvoso), indicando altos teores de sedimentos em suspensão (Figura 29). No trecho visitado, foram encontradas apenas pequenas ilhas estáveis e florestadas, mas nenhum resquício de barra fluvial emersa. As áreas de brejo foram recobertas por água, mostrando que houve elevação da cota do rio em virtude da passagem da onda de cheia e de elevada turbidez (CPRM/ANA, 2015a;

2015b; FELIPPE et al., 2016). Segundo Felipe et al. (2016), apesar de uma das ilhas visualizáveis da ponte da rodovia pertencer ao Parque Estadual de Sete Salões, não foram observadas, durante a expedição, tentativa de contenção dos rejeitos para evitar a contaminação da UC.

Figura 29 - Fotografias do Rio Doce em Resplendor 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 de campo, na área de estudo não foi constatado a formação de depósitos de rejeito ou processos erosivos marginais desencadeados pelo fluxo de rejeito de Fundão no curso do Rio Doce. A observação de imagens de satélite de antes e depois do desastre corroboram tais afirmações.

Na área de estudo da Unidade de Conservação, a análise das imagens foi particionada em três articulações em escala de visualização de 1:20.000, como apresentam a Figura 30, a Figura 31 e a Figura 32.

Figura 30 – Observação de imagens de satélite antes e depois do rompimento: Trecho 1

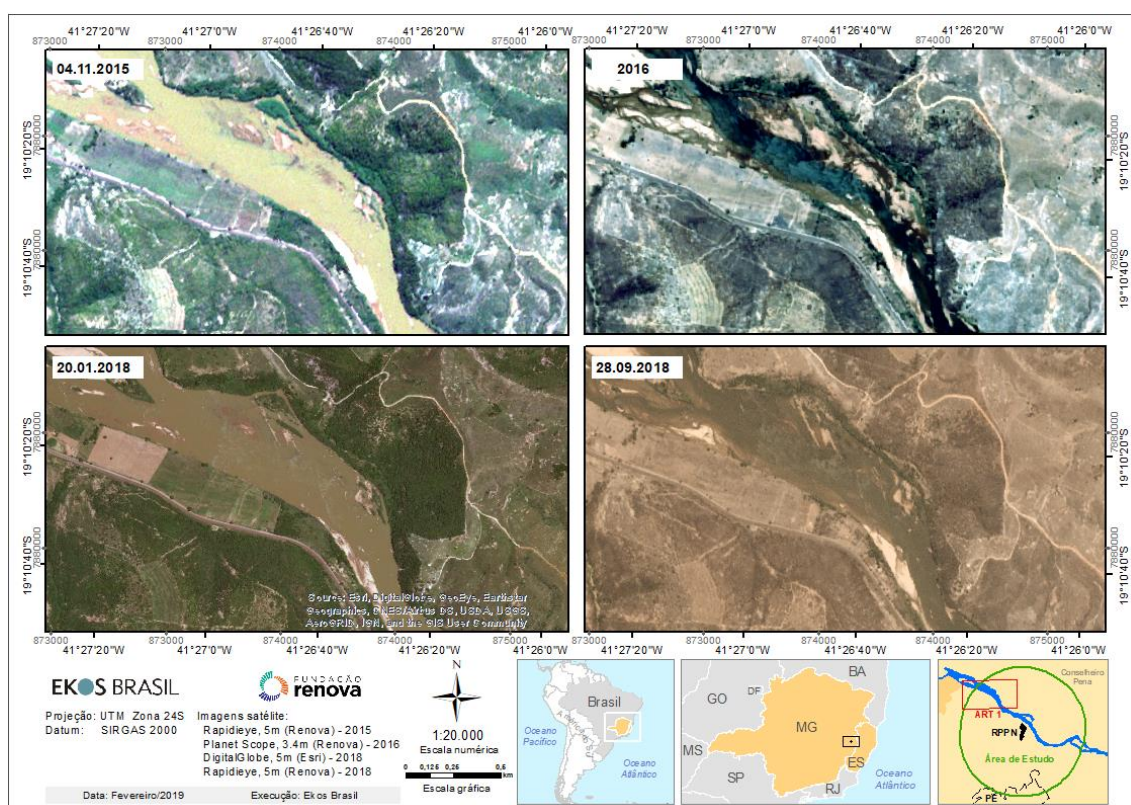


Figura 31 – Observação de imagens de satélite antes e depois do rompimento: Trecho 2

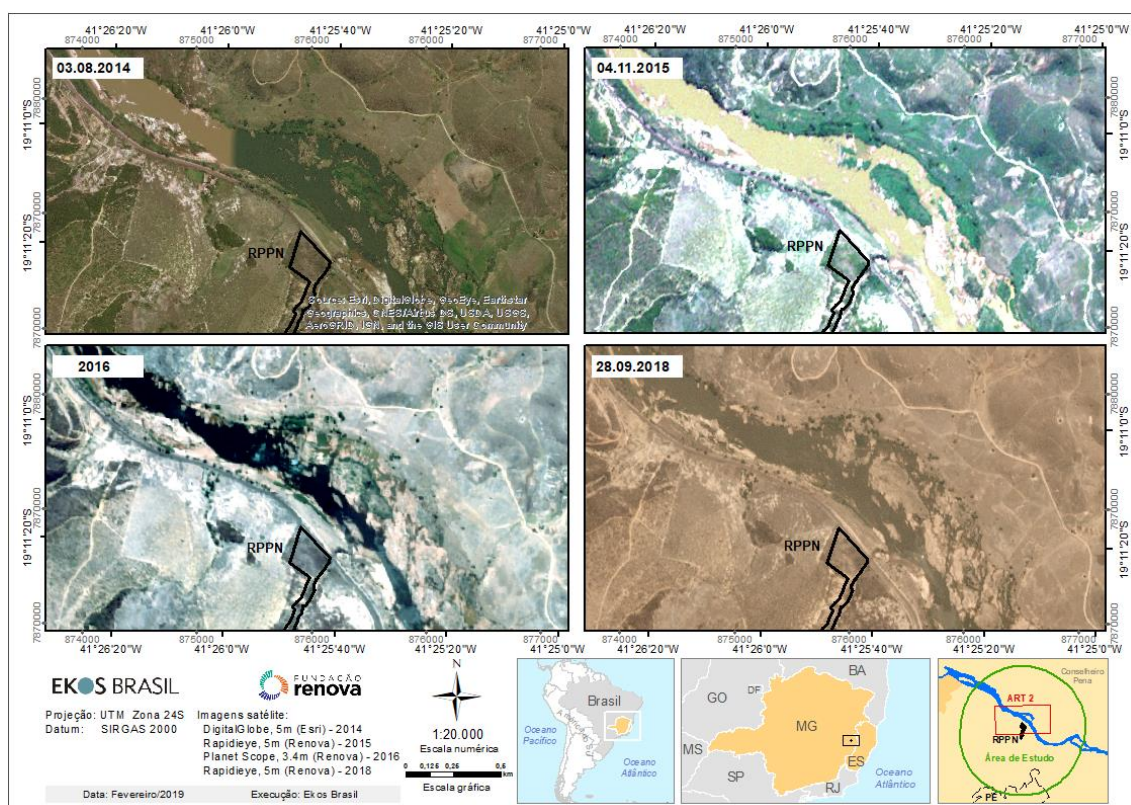
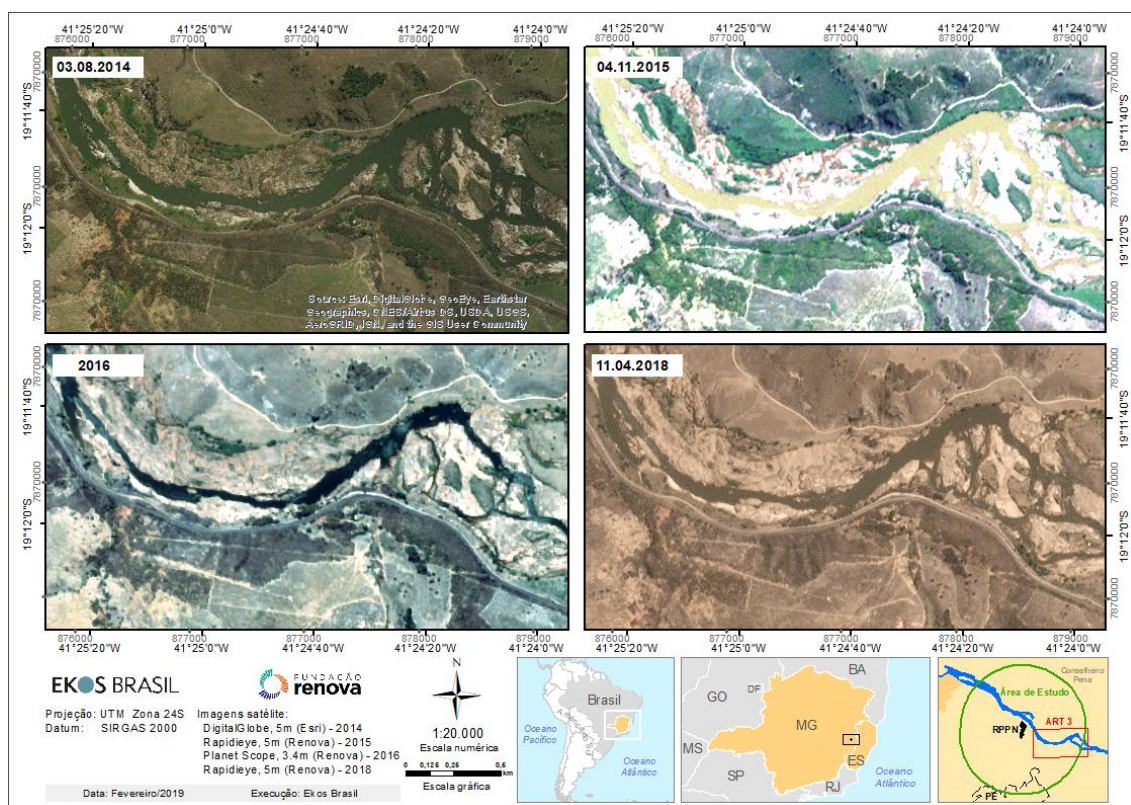


Figura 32 - Observação de imagens de satélite antes e depois do rompimento: Trecho 3



Como pode ser observado, a partir das imagens de satélite não foi possível aferir alterações significativas na morfologia do Rio Doce e confluência 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 é 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 03/08/2014, 2016 e 28/09/2018. Na imagem de 04/11/2015 essas formações podem ser identificadas pela coloração mais clara (branca e amarelo claro). Nas imagens de 20/01/2018 e 11/04/2018 essas formações se apresentam em cores mais escuras e ocupam áreas menores, se referem ao 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 às áreas de confluência do Rio Doce com tributários, não foi observado aumento significativo na formação de novos depósitos de sedimentos entre as imagens de 2014, 2015 (anteriores ao rompimento) e as imagens de 2016 e 2018 (posteriores ao rompimento), apenas maior afloramento das rochas no leito do rio nos períodos de seca. 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 e fotografias da área de estudo indicaram que, devido ao embarramento da Usina de Aimorés, o trecho do Rio Doce a montante dessa barragem, entre Resplendor até Conselheiro Pena, onde está situada a área de estudo, sofreu os efeitos do fluxo de retorno da onda de rejeito, se estendendo além da zona de

remanso. Esse impacto causou inundações e deposição de sedimentos lamosos em trechos da calha e da planície fluvial do Rio Doce, ilhas fluviais, vales e margens deposicionais (margens convexas) e nas zonas de confluência do Rio Doce com alguns córregos tributários. Dois meses depois, em janeiro de 2016, com a chegada de chuvas mais intensas e aumento da vazão dos rios, boa parte dos sedimentos foram levados pelo fluxo das águas pluviais e fluviais, porém, elevando novamente a carga de sedimentos suspensos no leito do Rio. Com o passar dos meses e chegada de períodos chuvosos posteriores (2016/2017, 2017/2018 e 2018/2019), esses depósitos foram diminuindo.

6.1.3 Hidrossedimentologia

A passagem da onda de rejeito, originada do rompimento da Barragem de Fundão, 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 Unidade de Conservação 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 Unidade de Conservação, foram analisados relatórios institucionais e 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 hidrossedimentológica e foram coletadas amostras de campo eventuais.

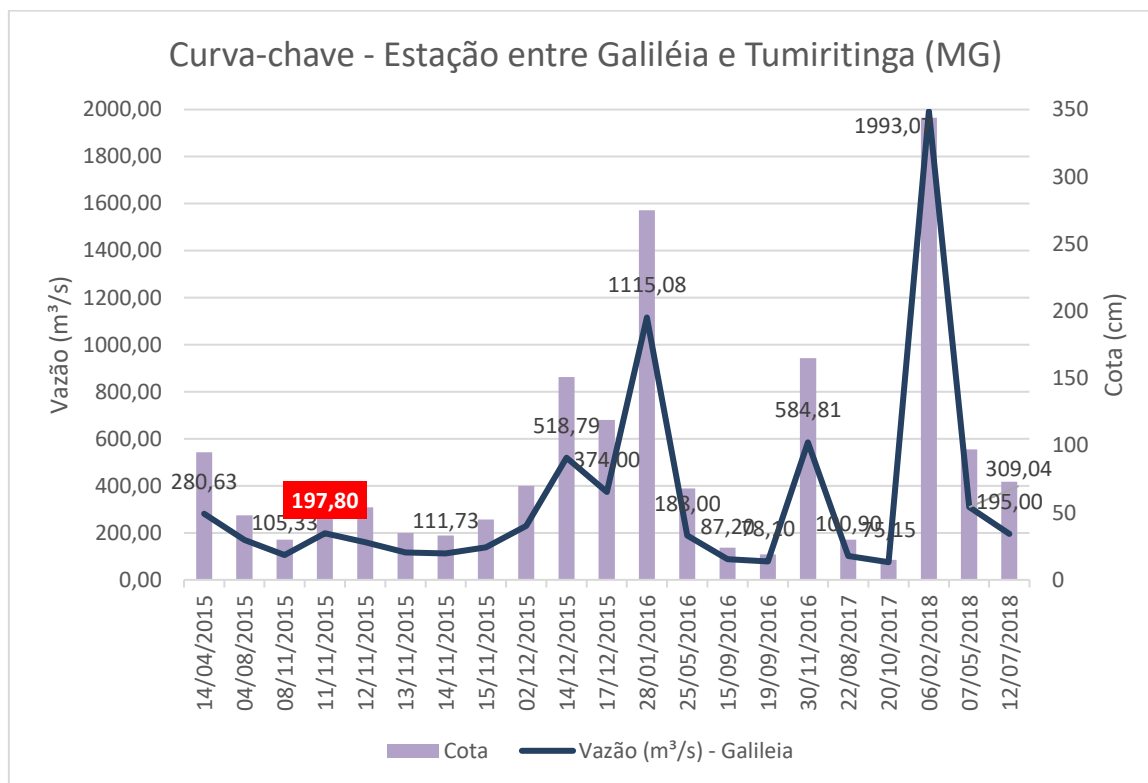
Por fim, os dados de vazão, granulometria, concentração e estimativa de descarga dos sedimentos em suspensão pós rompimento foram interpretados em conjunto com as informações de hidrossedimentologia obtidas durante as expedições no mês de fevereiro de 2019, e são apresentadas no último item deste tópico, “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 os municípios de Galileia e Tumiritinga (localizados a montante da área de estudo) entre a noite de 08/11/15 e madrugada de 09/11/2015. Os dados utilizados (apresentados) no Gráfico 26 são referentes as amostragens geradas pelo CPRM/ANA (2015a; 2015b) e pelo monitoramento fluviométrico da ANA (2018) na estação localizada entre os municípios de Galileia e Tumiritinga (MG). Maiores detalhes sobre os valores de vazão e cota durante o período constam no Anexo VI deste documento.

Gráfico 26 - Comportamento da vazão e cota (curva-chave) na Estação fluviométrica localizada entre os municípios de Galiléia e Tumiritinga, incluindo o monitoramento especial realizado na bacia do Rio Roce em dezembro de 2015.

Em destaque vermelho: vazão diária registrada um dia depois da passagem da onda de cheia, na madrugada do dia 08/11/2015.



Vazão acima do limiar para alerta de cheia: de 3320 e 3881 m³/s, segundo o CPRM/ANA.

Fonte: CPRM/ANA (2015a; 2015b), ANA (2018).

Em abril de 2015 a vazão apresentou valores de 280,631 m³/s e reduziu para 169,358 m³/s no início de agosto de 2015. Mesmo sendo baixo, os valores registrados foram maiores do que os valores de vazão em 08/11/2015 (105,33 m³/s), um dia antes da passagem da onda de cheia pela estação. As máximas de vazão registradas durante a passagem da onda de cheia decorrente da ruptura da barragem foram inferiores aos limiares de inundação de 3320 e 3881 m³/s, estabelecidos pelo CPRM/ANA para esse trecho do Rio Doce (2015a; 2015b). Portanto, não foram geradas inundações em decorrência do rompimento da Barragem de Fundão.

No dia 11/11/2015, após a passagem da onda de cheia no local, foi registrada uma vazão de 197,8 m³/s, indicando que houve a subida no nível da água, mas nos dias posteriores a vazão voltou a reduzir, com um leve aumento no dia 15/11/2015. No mês de dezembro a vazão começa a apresentar aumentos mais significativos, em especial no dia 14/12/2015, registrando vazões de 518,791 m³/s. No mês de janeiro a vazão atinge o ápice de 1.115,082 m³/s, 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 suas 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 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 maio de 2016, quando a vazão é reduzida para 188 m³/s. Porém, em novembro/2016, com a chegada das chuvas, a vazão novamente aumenta para 584,813 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 e 2018, são registradas vazões de 1993,07m³/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 chuvosos e de estiagem: o nível da água e da vazão é maior entre novembro a março. 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. 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 Unidade de Conservação 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 11/11/2015 (um dia após a passagem da onda de elevada turbidez) e no dia 12/11/2015, indicou que, em Tumiritinga, o diâmetro mediano (D50%) dos sedimentos em suspensão foi de aproximadamente de 7 a 9µm, com uma média de 7,37µm (silte muito fino). A média granulométrica de sedimentos mais finos (D10%) foi de 2,90 µm (argila grossa), e de sedimentos mais grosseiros (D90%) de 18,38 µm (Silte médio), conforme pode-se ser observado na Tabela 45 e na Tabela 46.

Tabela 45 - Granulometria dos sedimentos suspensos em Tumiritinga (MG)

Data	Hora	Cota (cm)	D10% (µm)*	D50% (µm)*	D90% (µm)*
11/11/2015	09:30	64	3,737	8,851	19,314
11/11/2015	10:30	65	2,761	6,755	16,479
11/11/2015	11:30	66	3,233	8,853	21,165
11/11/2015	13:00	66	2,889	7,616	18,767
11/11/2015	15:00	66	2,968	8,987	23,563
11/11/2015	16:00	66	2,661	7,083	18,68

11/11/2015	17:00	66	2,799	6,423	16,041
11/11/2015	18:00	65	2,645	6,138	16,152
12/11/2015	11:10	54	2,437	5,655	15,247
Média granulométrica das amostras			2,90	7,37	18,38

*Amostras em micrometro. Fonte: Adaptado do CPRM/ANA (2015a; 2015b).

Tabela 46 - 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

*Amostras em milímetros. Fonte: CPRM/ANA (2015a; 2015b).

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 sólidos suspensos totais (o que inclui os sedimentos dissolvidos), entre o período de 1997 até 2015 no município de Resplendor (MG), durante o verão as concentrações de SST são mais elevadas em relação ao período de estiagem. Na estação do IGAM RD059 (RDO10 do PMQQS) a média histórica para o período citado foi de 75 mg/L no período seco e 151 mg/L no período chuvoso (MPF, 2017, 2017a).

De acordo com o relatório do CPRM/ANA (2015a), no município de Resplendor (MG), próximo a RPPN Sete de Outubro, os valores característicos de concentração de sedimentos suspensos são de 13 a 188mg/L. Durante o período crítico, alguns dias após o rompimento da Barragem de Fundão, entre os dias 13/11 e 16/11/2015, foram registradas concentração de sedimentos em suspensão menores do que 8.000mg/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 RD059, em Resplendor, podem ser observados na Tabela 47 e no Gráfico 27, a seguir.

Tabela 47 - Sólidos em Suspensão Totais (mg/L) - Limite DN 01/08 = 100

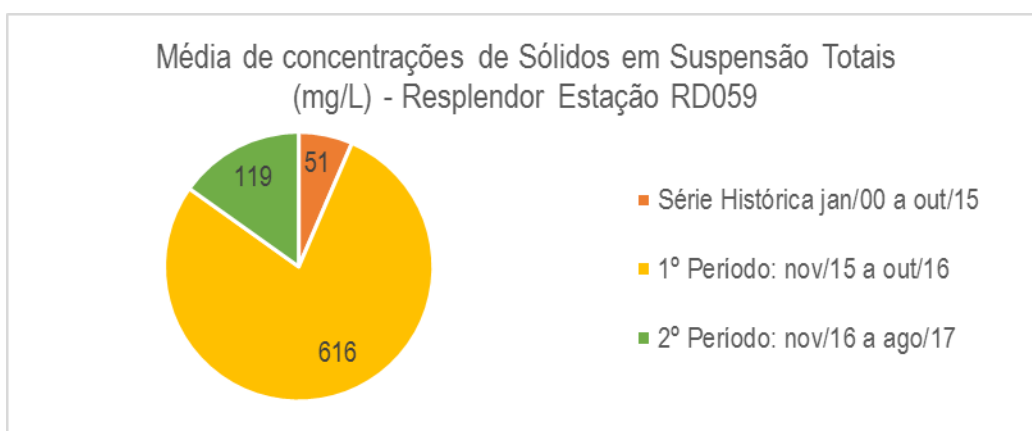
RD059 – Resplendor (MG)		
MÁXIMOS	Série Histórica jan/00 a out/15	509
	1º Período: nov/15 a out/16	5700
	2º Período: nov/16 a ago/17	452
MÉDIA	Série Histórica jan/00 a out/15	51

MÍNIMO	1º Período: nov/15 a out/16	616
	2º Período: nov/16 a ago/17	119
	Série Histórica jan/00 a out/15	2
	1º Período: nov/15 a out/16	2
	2º Período: nov/16 a ago/17	2

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 27 - Sólidos em Suspensão Totais



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 na RDO10, em dezembro de 2017 foram observadas concentrações mais elevadas, com valores acima de 100 mg.L⁻¹. Em novembro/2017 e janeiro/2018, durante o período chuvoso, os índices se apresentaram acima da média histórica do IGAM. Tais valores indicam 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, no município de Tumiritinga (MG), a montante do trecho onde está situada a Unidade de Conservação em 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 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) (Tabela 48)

Tabela 48 - Estimativa da Descarga Sólida em Suspensão durante a passagem da massa de água

Estação	Data	Hora	Cota(cm)	Vazão(m³/s)	Css(mg/L)	Qst(t)
Tumiritinga	08/11/2015	20:00	30	105,33	100	29.828
	11/11/2015	10:00	68	197,8	1.298	1.361
	11/11/2015	11:00	66	192,26	2.598	1.997
	11/11/2015	12:00	66	192,26	3.174	2.266
	11/11/2015	13:00	66	192,26	3.374	2.608
	11/11/2015	14:00	66	192,26	4.162	3.133
	11/11/2015	15:00	67	195,03	4.822	3.989
	11/11/2015	16:00	66	192,26	6.636	7.079
	11/11/2015	17:00	65	189,49	14.022	12.037
	11/11/2015	18:00	65	189,49	21.270	275.660
	12/11/2015	11:00	54	160,3	31.056	289.783
	13/11/2015	12:00	35	115,99	12.600	72.354

	14/11/2015	12:00	33	111,73	1.910	13.403
	15/11/2015	12:00	45	138,36	700	-
	Total	715.499				

¹Css (Concentração de sedimentos suspensos), ²Qst (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 Tumiritinga caso não houvesse a ruptura da Barragem de Fundão (CPRM/ANA, 2015a). A comparação dos dados pode ser observada na Tabela 49.

Tabela 49 - 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)
Tumiritinga	5,6M	391	4.800	0,72M

1 – Vazão média durante a passagem da onda de cheia.

Fonte: Alterado do CPRM/ANA (2015a).

Observa-se que a estimativa da descarga sólida em suspensão (quantidade de sedimentos em suspensão transportada nesta seção do Rio Doce), durante a passagem da massa da água com elevada turbidez, em Tumiritinga, foi de 0,72Milhões. De acordo com o CPRM/ANA (2015a), considerando que densidade específica aparente do rejeito de minério de ferro é na ordem de 2t/m³, o volume de sedimentos registrado no trecho de em estudo durante a passagem da massa de água com elevada turbidez foi de 0,36Mm³ (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 a expedição de campo realizada em fevereiro de 2019, verificou-se que os impactos ambientais, causados pelo rompimento da Barragem de Fundão na área de estudo, se concentraram 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, entre a noite de 08/11/15 e madrugada de 09/11/2015, e de elevada turbidez, na noite do dia 10/11/15, o fluxo do rio foi voltando a sua normalidade, sendo condicionada pela chegada das chuvas e, posteriormente, pela época de seca.

Nas imediações dos municípios de Galiléia (MG) e Tumiritinga (MG), 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 carreado em suspensão na coluna d'água do rio (CPRM/ANA, 2015a; 2015b).

A capacidade do fluxo (quantidade máxima de sedimentos passíveis de serem transportados pelo rio em um determinado período de tempo) continuou elevada durante os primeiros dias pós a passagem da onda de elevada turbidez, 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 diretamente decorrentes do fluxo de rejeito, mas sim geradas pelo fluxo de retorno na zona de remanso da barragem de Aimorés, desencadeando a elevação das cotas do Rio Doce e deposição de grande carga de sedimentos lamosos, principalmente nas ilhas fluviais do Rio Doce, na calha do Rio, zonas de confluência com rios tributários, margens deposicionais. Com a chegada das chuvas, em janeiro de 2016, houve a ressuspensão de muitos sedimentos finos, e parte desses sedimentos foram novamente depositados em algumas áreas da planície fluvial enquanto outra parte foi transportada pelos fluxos pluviais e fluviais. 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 contemplado 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 11 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 Resplendor.

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 em Resplendor, com a importante ressalva de que a disponibilidade de dados para esta localidade é inferior a outras do Rio Doce.

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, pode-se 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) (Tabela 50). 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) (Tabela 50). 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 no geral observado em Resplendor, exceto que (i) 8 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; (ii) 3 parâmetros classificados como 'de alteração persistente ou recorrente' na escala regional são mais apropriadamente descritos como 'de alteração de curto prazo' na escala local; e (iii) 8 parâmetros classificados como 'de alteração persistente ou recorrente' na escala regional não ultrapassaram os limites superiores da linha-de-base no curto prazo mas os excederam na temporada seca de 2016 e/ou na temporada chuvosa de 2016/2017 (Tabela 50). Estes padrões locais devem ser analisados com um importante cuidado: o volume de dados de qualidade de água para Resplendor é bem menor do que outras localidades ao longo do Rio Doce tanto a montante (por exemplo, Governador Valadares) quanto a jusante (por exemplo, Aimorés e Baixo Guandu), principalmente no que diz respeito às primeiras semanas pós-rompimento da Barragem de Fundão.

Segue abaixo uma descrição comentada dos padrões que emergem para o Rio Doce em Resplendor.

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. Uma consistente elevação de longo prazo nestes parâmetros foi documentada no Rio Doce como um todo, bem como em localidades a montante (Governador Valadares) e a jusante (Aimorés) de Resplendor. Em Resplendor, no entanto, este padrão se manifesta com relativa clareza apenas para sólidos dissolvidos totais e turbidez (Gráfico 28). Sólidos dissolvidos totais apresentaram valores superiores à linha-de-base desde a estação chuvosa imediatamente após a chegada da pluma de rejeitos até a estação seca de 2017, quase dois anos depois. Turbidez por sua vez atingiu um pico de valores cerca de 4 vezes maiores que o limite superior da linha-de-base nos primeiros meses após a passagem da pluma de rejeitos (estação chuvosa 2015/2016), com um pico secundário na estação chuvosa subsequente (estação chuvosa 2016/2017). Tratam-se, portanto, de dois parâmetros com alteração de longo prazo (persistente no primeiro caso, recorrente no segundo). Por outro lado, em Resplendor sólidos suspensos totais e sólidos totais permaneceram dentro dos limites da linha-de-base na maior parte dos registros (Gráfico 28); este resultado destoante se deve ao menos em parte (i) à relativa pobreza de dados para esta localidade (não há quaisquer dados para o primeiro mês-e-meio, por exemplo) e (ii) aos valores históricos relativamente altos para esta localidade.

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 Resplendor após o rompimento da Barragem de Fundão. Não há dados para as semanas que se seguiram à chegada da pluma de rejeitos, mas valores de alcalinidade de bicarbonatos, alcalinidade total, cálcio total, magnésio total e dureza total estiveram ligeiramente acima do limite superior da linha-de-base ao longo de um ano e meio de monitoramento (Tabela 50). Tratam-se claramente de alterações de longo prazo na química da água do Rio Doce em Resplendor. Ao contrário do que se observa no Rio Doce como um todo, e em outras localidades a montante (Governador Valadares) e a jusante (Aimorés) os valores de pH em Resplendor estiveram na maior parte dos casos dentro dos valores históricos. Curiosamente, uma dezena de valores marcadamente ácidos são observados nesta localidade 3 a 4 meses após o rompimento da Barragem de Fundão (Gráfico 29).

O aumento na concentração de íons dissolvidos na água, evidenciado pela elevação na alcalinidade e na dureza, e confirmado pelas concentrações de nitrato, nitrito, amônia, sulfato, cloreto, cálcio, e quase duas dezenas de metais (Tabela 50), parte dos quais decerto na forma iônica, explicam a elevação em valores de condutividade elétrica na água do Rio Doce após a passagem da pluma de rejeitos. Esta importante variável de síntese foi mantida acima dos valores históricos na estação chuvosa de 2015/2016, na estação seca de 2016, na estação chuvosa de 2016/2017, e na estação seca de 2017 (Gráfico 29).

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 (Gráfico 30). Na verdade, dezenas de leituras abaixo dos limites mínimos da linha-de-base foram registrados nos primeiros quatro meses após a chegada da pluma de rejeitos. Concentrações de oxigênio dissolvido abaixo dos valores históricos continuaram sendo registrados na estação seca de 2016, na estação chuvosa de 2016/2017 e na estação seca de 2017 (Tabela 50). Trata-se, portanto, de uma importante alteração de longo prazo na qualidade da água do Rio Doce em Resplendor.

Juntamente com as alterações na turbidez, as elevações nas concentrações de ferro dissolvido e manganês total são testemunho inequívoco da passagem da pluma de rejeitos em Resplendor. Trata-se, afinal, de dois dos três elementos dominantes na composição química do rejeito (sendo o terceiro o alumínio; Hydrobiology 2015). Entretanto, como para outros parâmetros, os padrões observados em Resplendor são menos bem marcados do que aqueles observados a montante (Governador Valadares) ou a jusante (Aimorés). Por exemplo, ferro dissolvido esteve em concentrações até duas ordens de grandeza acima dos limites superiores da linha-de-base em Governador Valadares, mas apenas uma ordem de grandeza em Resplendor. Do ponto de vista temporal, em Resplendor o ferro dissolvido apresentou alterações de longo prazo ao exceder os limites superiores da linha-de-base tanto na estação chuvosa de 2015/2016 como na de 2016/2017. Já manganês total apresentou alterações de curto prazo ao exceder os limites superiores da linha-de-base apenas na estação chuvosa de 2015/2016 (Tabela 50, Gráfico 31).

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 (Tabela 50). Chumbo total, cromo total e mercúrio total apresentaram alterações de curto prazo, enquanto arsênio total, cobre dissolvido, cobre total e zinco total apresentaram alterações persistentes ou recorrentes (Tabela 50, Gráfico 32, Gráfico 33). Cádmio total apresentou curioso padrão de elevação apenas na segunda temporada chuvosa após a chegada da pluma de rejeitos. Arsênio e cádmio atingiram concentrações de uma ordem de grandeza maiores do que os limites superiores da linha-de-base.

Também foram elevadas as concentrações de macronutrientes como o nitrogênio e o fósforo, a carga orgânica, e a contaminação microbiológica.

Mesmo sem apresentar o comportamento pronunciado observado a montante (Governador Valadares) e a jusante (Aimorés), as concentrações de nitrato (Gráfico 34), nitrito e amônia em Resplendor aumentaram nas

primeiras semanas e meses após a chegada da pluma de rejeitos. No caso do nitrito, concentrações acima da linha-de-base voltaram a ser registrados na temporada chuvosa de 2016/2017. Também as concentrações de fósforo total aumentaram com a chegada da pluma de rejeitos (~10X acima do limite superior da linha-de-base), com uma tendência de elevação recorrente na temporada chuvosa de 2016/2017 (Gráfico 34).

A carga orgânica foi substancialmente elevada na água do Rio Doce, conforme evidenciado pela demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e pela demanda química de oxigênio (DQO). A DBO atingiu valores uma ordem de grandeza acima do limite superior da linha-de-base, mas apenas na temporada chuvosa imediatamente seguinte à chegada da pluma de rejeitos (2015/2016) (Tabela 50, Gráfico 35). Os dados de DQO são mais esparsos, mas indicam valores elevados recorrentes tanto na primeira (2015/2016) como na segunda (2016/2017) estação chuvosa (Tabela 50, Gráfico 35).

Tanto a montante (Governador Valadares) como a jusante (Aimorés) de Resplendor coliformes totais, coliformes termotolerantes ('fecais') e estreptococos fecais apresentaram contagens muito elevadas após o rompimento da Barragem de Fundão. Em Resplendor os dados são indisponíveis para os primeiros meses após a chegada da pluma de rejeitos, mas valores acima da linha-de-base são registrados na estação chuvosa de 2016/2017, um ano após o rompimento da Barragem de Fundão (Gráfico 35). A contaminação microbiológica aparenta ser, portanto, uma alteração ambiental recorrente.

Não foram observadas alterações na biomassa de fitoplâncton, conforme evidenciado pela concentração de clorofila *a* (Gráfico 36), muito embora haja uma tendência de elevação na contagem de cianobactérias (ver 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 Resplendor.

Tabela 50 - Resumo das alterações na qualidade de água do Rio Doce em geral, e no Rio Doce em Resplendor, 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.

		Avaliação Global para o Rio Doce			Rio Doce em Resplendor			
	Direção da mudança	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
Sólidos em suspensão totais	↑				X	X	X	X
Sólidos totais	↑				X	X	ND	X
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	0
Inorgânicos								
Alumínio dissolvido	↑				X	X	X	0
Alumínio total	↑				X	X	ND	0
Arsênio total	↑				X	X	X	X
Bário total	↑				X	X	X	0
Boro dissolvido	?	X				ND	?	ND
Boro total	↑				X	X	X	X
Cádmio total	↑				X	X	X	0
Cálcio total	↑		X		X	ND	X	ND
Chumbo total	↑		X		X	X	X	0
Cianeto livre	↑		X		X	X	X	0
Cloreto total	↑			X	X		X	0
Cobre dissolvido	↑			X	X		X	X
Cobre total	↑			X	X	ND	X	ND
Cromo hexavalente	↔	X				ND	0	ND
Cromo total	↑			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	0
Mercurio total	↑		X		X	X		X	0
Níquel total				X	X		°	0	X
Selênio total	↔	X						0	0
Sódio dissolvido	?	X				ND		?	ND
Sulfato total	↑		X		X	X		X	0
Sulfeto	?		X		ND	X		?	?
Zinco total	↑			X	X		X	X	X
Macronutrientes									
Fósforo total	↑			X	X		X	X	X
Nitrato	↑		X		X	X		X	0
Nitrito	↑			X	X		X	X	0
Nitrogênio amoniacal total	↑		X		ND	X		X	0
Nitrogênio orgânico				X	X	ND	X	?	ND
Potássio dissolvido	?	X				ND		?	ND
Microbiológicos									
Coliformes termotolerantes	↑		X		X	X		0	0
Coliformes totais	↑		X		ND	ND		0	ND
<i>Escherichia coli</i>		X				ND		0	ND
Estreptococos fecais	↔		X			ND		0	ND
Orgânicos									
Demanda Bioquímica de Oxigênio	↑		X		X	X		X	X
Demanda Química de Oxigênio	↑			X	X	ND	X	X	ND
Fenóis totais	↔	X						0	0
Fitoplâncton									
Clorofila <i>a</i>	?		X		X	X		?	X
Feofitina <i>a</i>			X			ND		0	ND
Densidade de cianobactérias	↑		X			ND		X	ND

Gráfico 28 - Sólidos em suspensão totais (acima) e turbidez (abaixo) na água do Rio Doce em Resplendor nos 2 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).

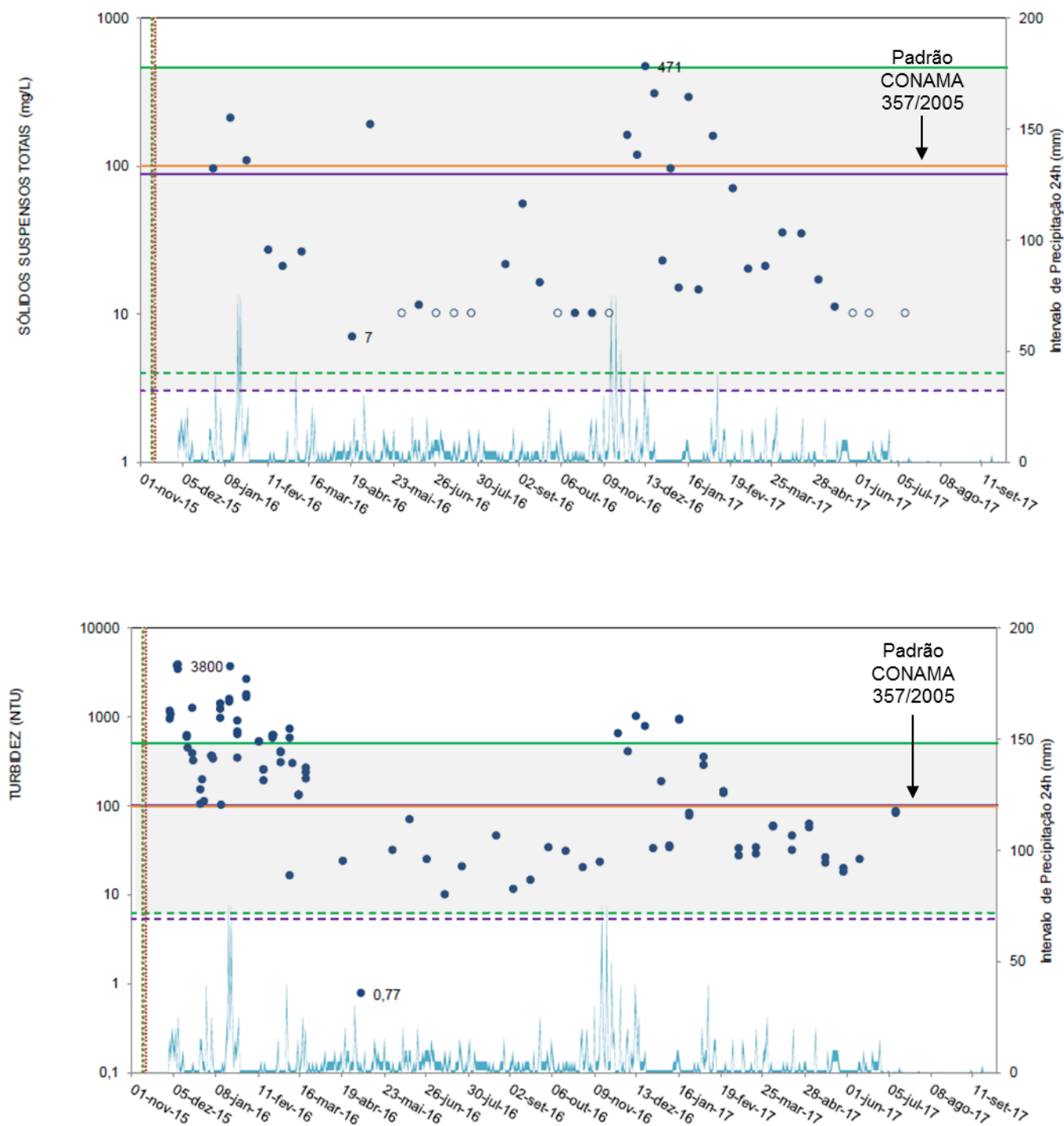


Gráfico 29 - pH (acima) e condutividade (abaixo) na água do Rio Doce em Resplendor nos 2 anos que se seguiram ao rompimento da Barragem do Fundão.

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).

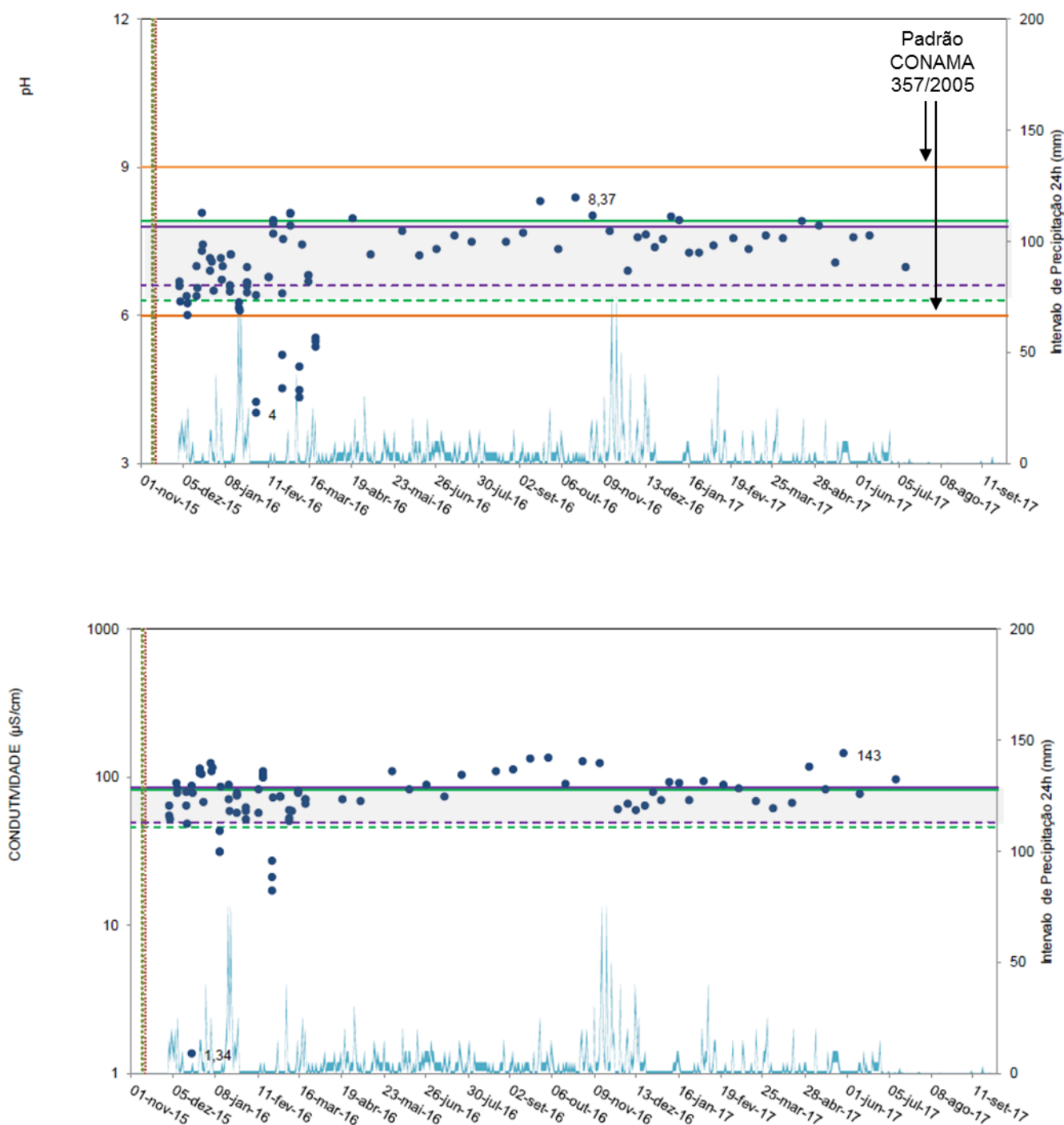


Gráfico 30 - Oxigênio dissolvido na água do Rio Doce em Resplendor nos 2 anos que se seguiram ao rompimento da Barragem do Fundão.

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).

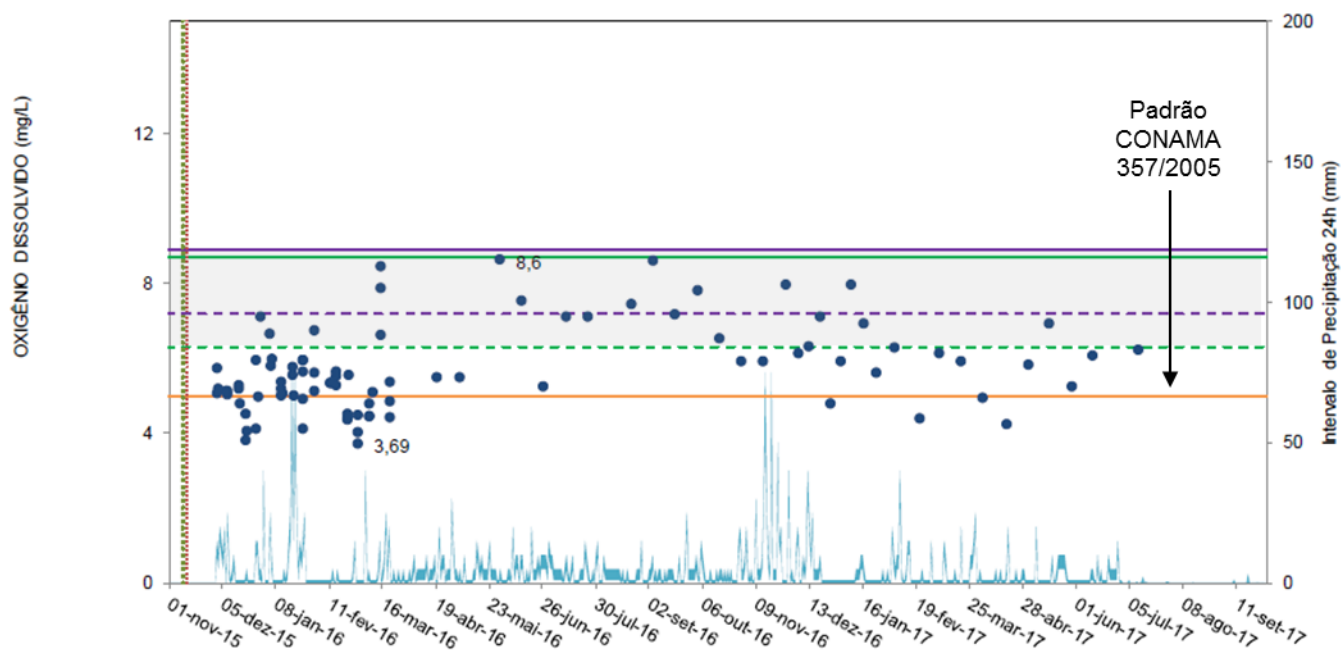


Gráfico 31 - Ferro Dissolvido (acima) e Manganês Total (abaixo) na água do Rio Doce em Resplendor nos 2 anos que se seguiram ao rompimento da Barragem do Fundão.

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).

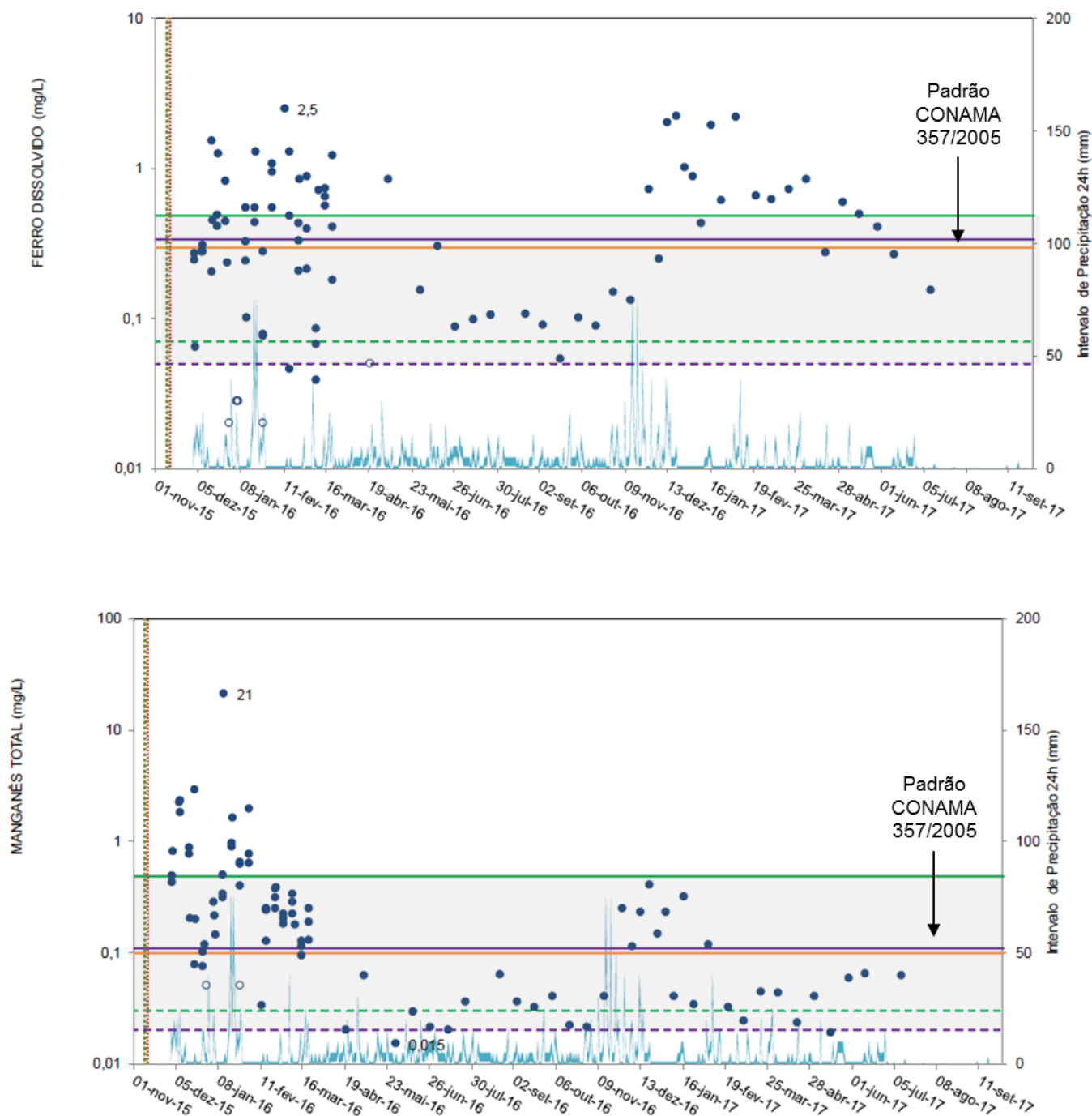


Gráfico 32 - Arsênio Total (acima) e Cádmio Total (abaixo) na água do Rio Doce em Resplendor nos 2 anos que se seguiram ao rompimento da Barragem do Fundão.

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).

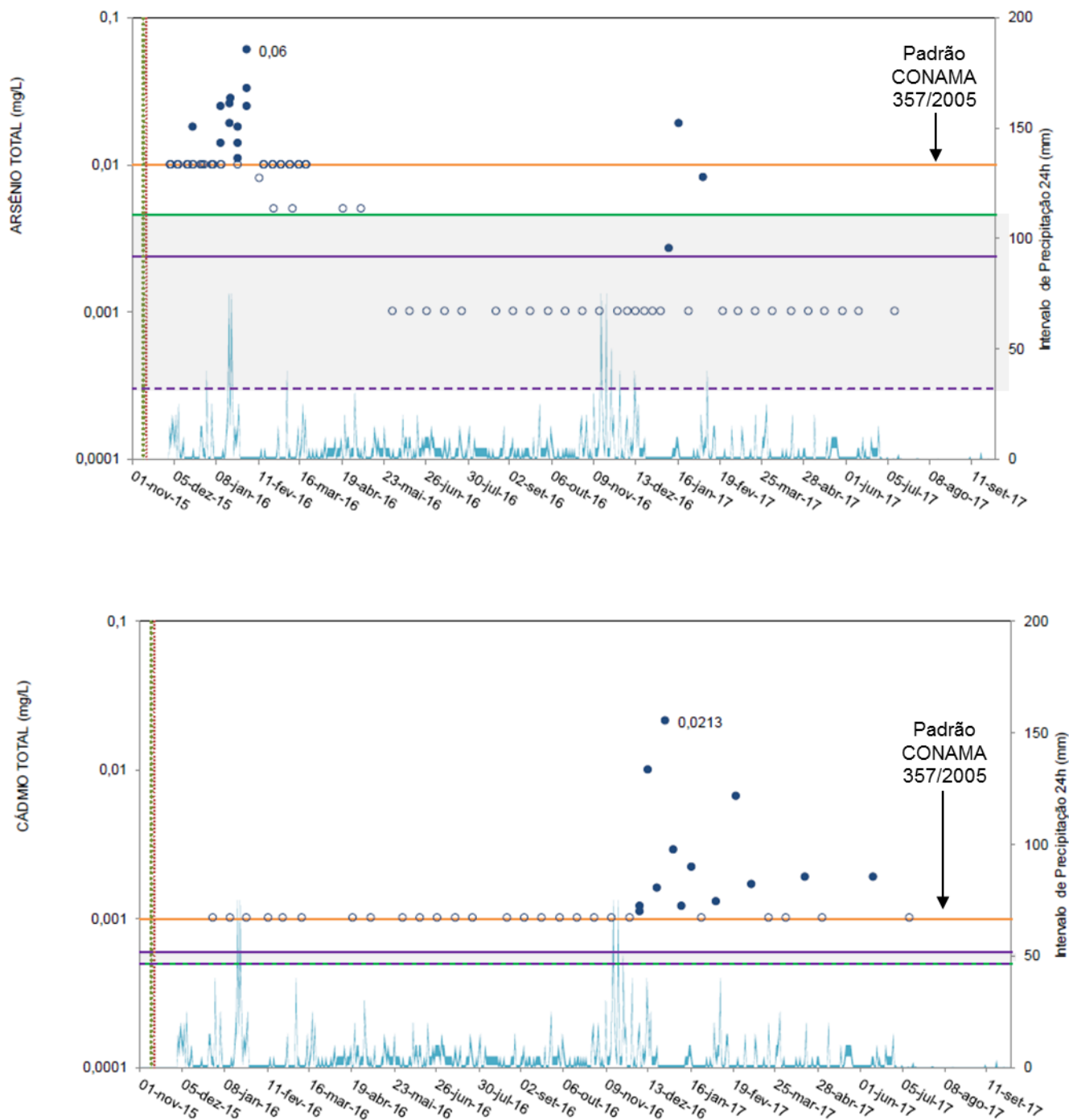


Gráfico 33 - Chumbo Total (acima) e Mercúrio Total (abaixo) na água do Rio Doce em Resplendor nos 2 anos que se seguiram ao rompimento da Barragem do Fundão.

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).

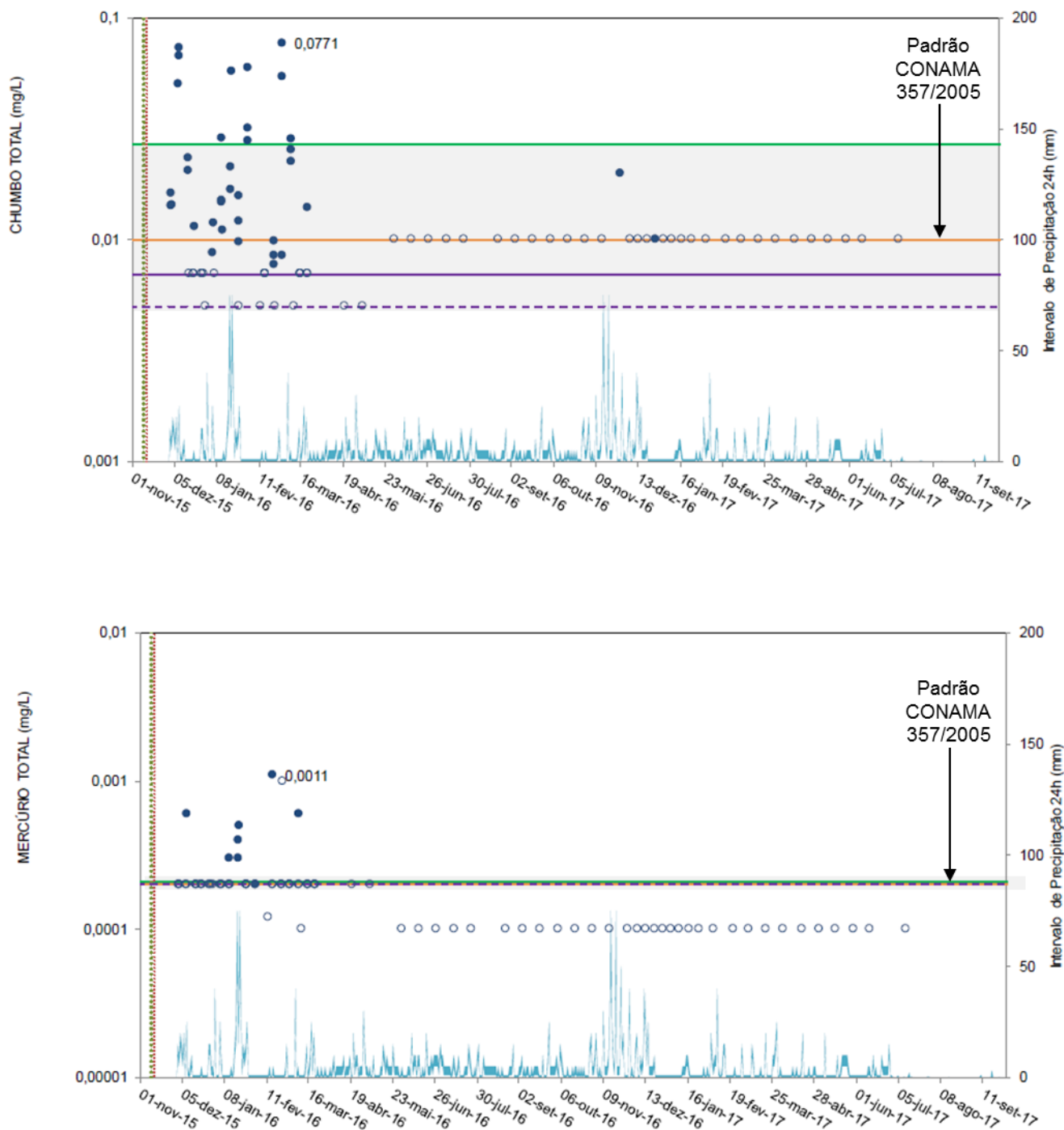


Gráfico 34 - Nitrato (acima) e Fósforo Total (abaixo) na água do Rio Doce em Resplendor nos 2 anos que se seguiram ao rompimento da Barragem do Fundão.

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).

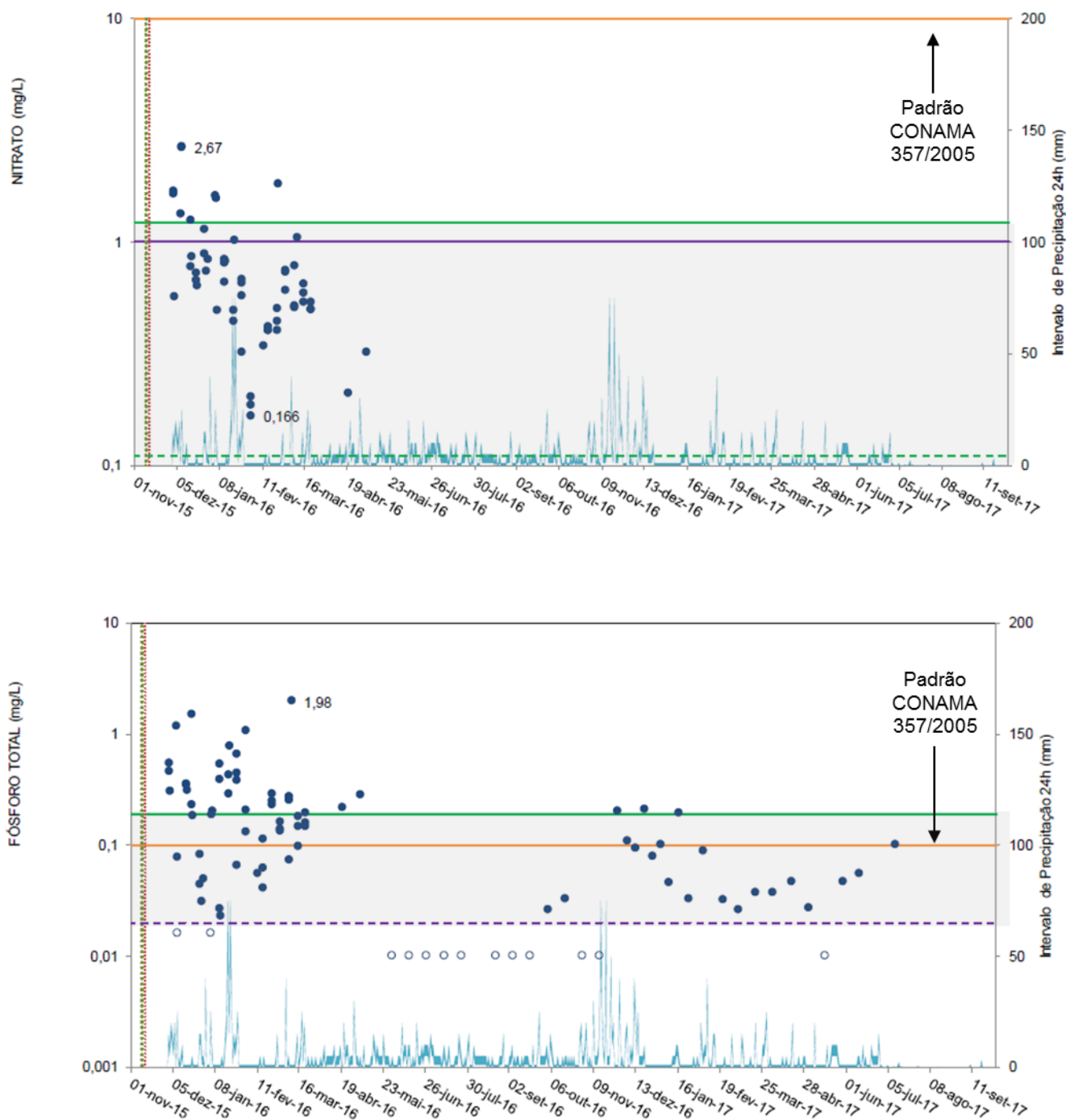


Gráfico 35 - Demanda Bioquímica de Oxigênio (acima) e Coliformes Termotolerantes ('fecaís') (abaixo) na água do Rio Doce em Resplendor nos 2 anos que se seguiram ao rompimento da Barragem do Fundão.

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).

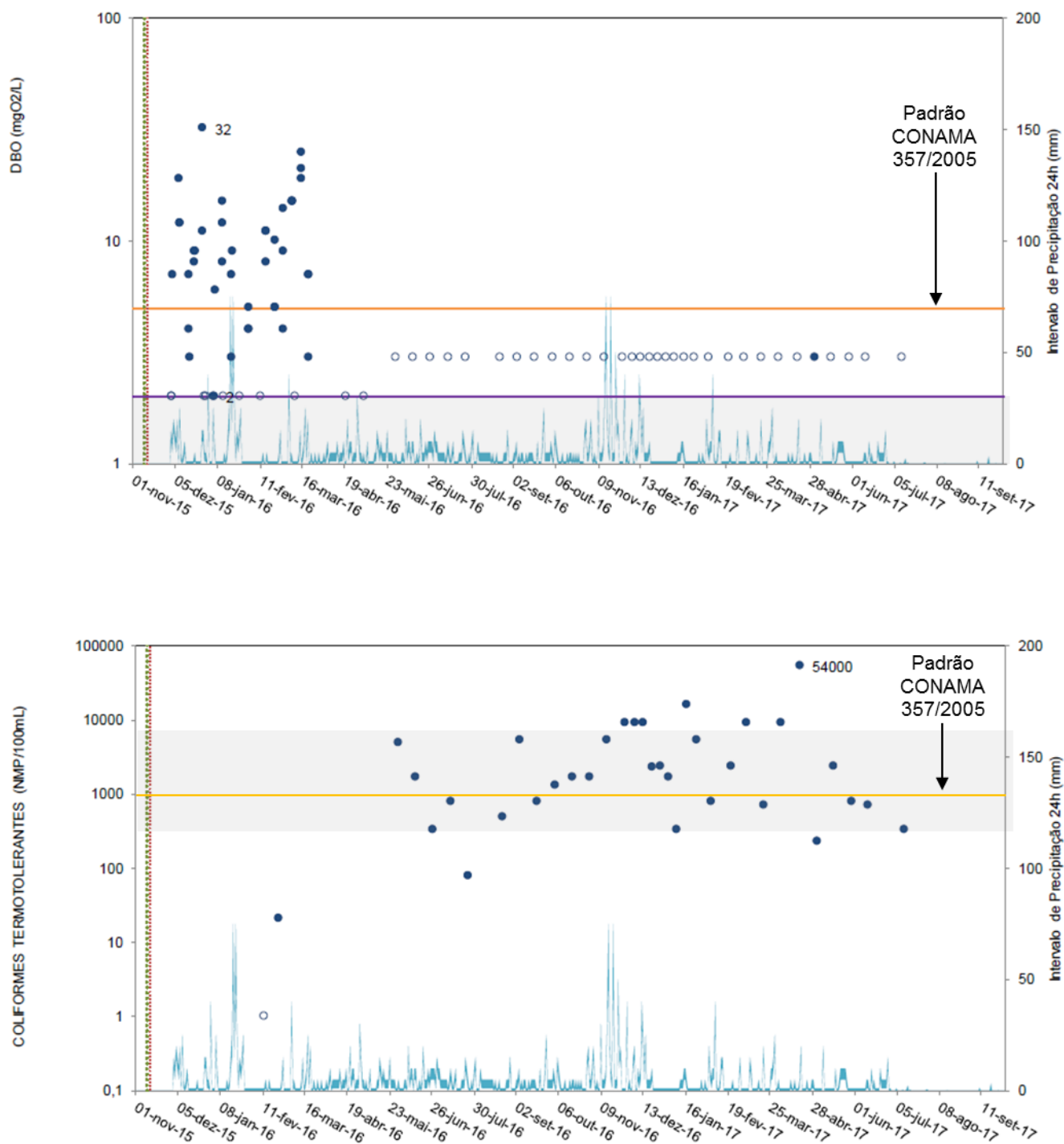
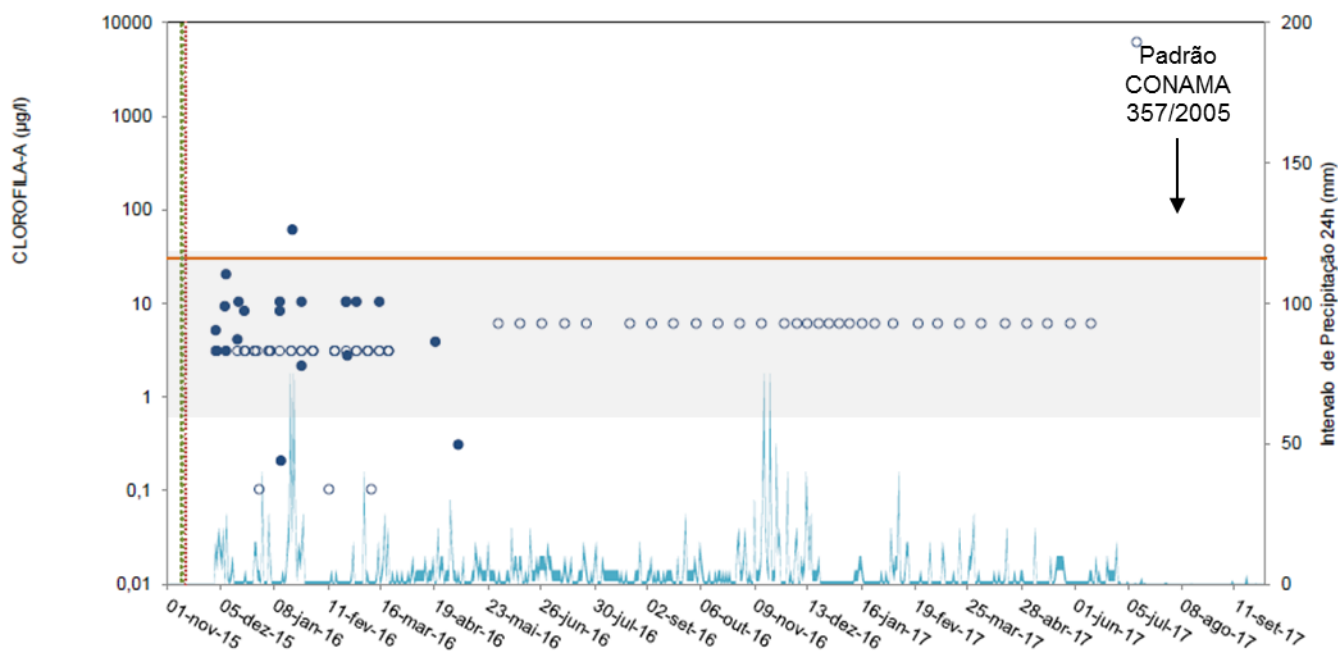


Gráfico 36 - Concentração de clorofila a na água do Rio Doce em Resplendor nos 2 anos que se seguiram ao rompimento da Barragem do Fundão.

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 capítulo 6 (Tabela 42).

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 Físico consta na Tabela 51.

Tabela 51 - Matriz de 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

IDENTIFICAÇÃO		EXAME				SIGNIFICÂNCIA				
Nº do impacto	Impacto	Ocorrência	Incidência	Natureza	Duração	Reversibilidade	Extensão	Importância	Magnitude	Significância
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, siltes médios, siltes finos e argilas grossas carregados em meio ao fluxo de água.

Conforme discutido acima, o volume de dados de qualidade de água para Resplendor é inferior, e às vezes bastante inferior, a outras localidades ao longo do Rio Doce. Em se tratando de um sistema de água corrente, é altamente improvável que uma localidade intermediária se comporte de forma muito diferente de outras a montante e a jusante. Portanto, a caracterização dos impactos será baseada numa avaliação conjunta dos dados de Resplendor, Governador Valadares e Aimorés.

O aumento pronunciado da carga suspensa do Rio Doce 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 por 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 Resplendor (ii) a descarga de sistemas fluviais em geral, e do Rio Doce em particular, é altamente variável ao longo do tempo. Portanto descargas superiores àquelas registradas nos últimos 3 anos serão certamente registradas, impondo novos processos de erosão, suspensão e deposição.

Resumindo, este foi um impacto de **ocorrência Real (R), Direto (D) e Negativo (NEG)** em relação ao rompimento da Barragem de Fundão sobre a qualidade da água do Rio Doce em Governador Valadares. Categorizamos ainda este impacto com duração de caráter **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, conforme apresentado no Tópico 8.

O impacto tem 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)**.

(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 Resplendor e cidades vizinhas promoveu uma elevação pronunciada nas concentrações de ferro e manganês (bem como de alumínio em outras localidades), mas também de chumbo, mercúrio, arsênio, cádmio, cobre, cromo e zinco. Dos metais acima mencionados, apenas mercúrio, chumbo e cromo (este último especificamente em Resplendor) apresentaram alterações de curto prazo. Manganês, arsênio, cádmio, cobre 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).

A maior parte destes 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 possui **ocorrência Real (R)**; **incidência Direta (D)** e **natureza Negativa (Neg)** para organismos aquáticos, organismos terrestres e população humana. Também nos parece adequado descrever este impacto como de duração de caráter **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 décadas.. Note 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 conforme apresentado no Tópico 8.

O impacto tem **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)**.

(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. Estas alterações parecem refletir alterações recorrentes, uma vez que se manifestaram um ano após a chegada da pluma de rejeitos na estação chuvosa de 2016/2017.

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 possui **ocorrência Real (R)**; **incidência Indireta (I)** e **natureza Negativa (N)** do rompimento, porém **Reversível (Rev)**. A duração deste impacto se enquadra melhor como sendo de **Temporário Médio Prazo (TM)**, uma vez que as contagens de coliformes e estreptococos atingiram, ou 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 (ZA)** 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, na 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. Mais uma vez, estas alterações foram mais

evidentes para localidades a montante (Governador Valadares) e a jusante (Aimorés) do que para Resplendor propriamente dito.

Esta coleção de parâmetros físico-químicos tem importância biológica por modular o desempenho dos organismos aquáticos. 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 pode-se 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), 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 (ZA)** 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, observações e relatos de campo com a população, porém faltam dados quantitativos e qualitativos para de fato constatar sua ocorrência. Possui natureza **Negativa (N)** pois, caso tenha ocorrido, pode deteriorar a conectividade do sistema fluvial. Sua incidência na área de estudo é classificada como **incidência Direta (D)**, pois resulta da elevada carga de sedimentos suspensos carregadas 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. Note 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 importância (A)** 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 (N)** devido ao caráter adverso que causa no sistema. Foi um impacto de **ocorrência Real (R)**, (documentado), de **incidência Direta (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 sim, 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 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. Note 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)**, **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 de **ocorrência 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 dos relatados da população. A **duração 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 **Zona de Amortecimento (ZA)**. 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 de **incidência Direta (D)** e de **natureza Negativa (Neg)**, 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 **ocorrência 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 dos relatados da população. A **duração é Temporária de Médio Prazo (TM)** foi indicada porque é esperado que em inundações futuras novos episódios de deposição possam contaminar os terrenos com rejeito originado 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 **Zona de Amortecimento (ZA)**. 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 **natureza Negativa (Neg)** que provavelmente ocorreu, portanto **Potencial (P)** com **incidência Indireta (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 dos 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. Note 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 **Zona de Amortecimento (ZA)**, com possíveis alterações morfológicas na estrutura e granulometria de materiais no Rio Doce e confluência com rios tributários. Assume **Alta importância (A)** 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 de **natureza Negativa (N)**, **ocorrência Potencial (P)** e **incidência Indireta (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 necessariamente julga-se que 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 biomagnifiquem (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 de **natureza Negativa (N)**, **ocorrência Potencial (P)** (relatado pelos entrevistados), e **incidência Direta e Indireta (D/I)** 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 de **duração Temporária de 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 de **natureza Negativa (N)**, **ocorrência Potencial (P)** e **incidência Indireta (I)**, que pode ser causado como efeito do aumento de captações de águas 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 é **Temporário Médio ou Longo Prazo (TM/TL)**. Esse impacto é **Reversível (Rev)**, pois existem tecnologias capazes de reparar a redução da quantidade de águas dos rios. Porquê 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 ecológico dentro da UC. Devido ao conjunto de suas características, 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, impediu um extravasamento significativo do Rio Doce para fora de sua calha na região de Conselheiro Pena. 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 da RPPN Sete de Outubro 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. O grau de conexão entre os fragmentos florestais da RPPN 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.

A distância entre a RPPN Sete de Outubro e as áreas de deposição de resíduos levam a crer que não houveram impactos relacionados à alteração da comunidade florística ou de fauna terrestre, tendo em vista distância aproximada que dista entre 200 e 400 metros que separam os limites desta UC e a calha do Rio Doce. Para a calha do rio, pode ter havido impactos sobre os bancos de macrófitas. No entanto, não houve perda significativa de habitat por destruição, degradação ou perda de conectividade nas áreas de vegetação natural ou modificada (banco de macrófita como perda e degradação de habitat, respectivamente).

As principais ameaças à fauna terrestre desta UC dizem respeito à conservação da vegetação, bastante degradada devido a modificação antrópicas não relacionadas ao rompimento da barragem.

Não foram detectados impactos diretos ou indiretos sobre a comunidade de mamíferos da RPPN Sete de Outubro. Não houve aumento da fragmentação, aumento de caça, contaminação ou outra 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 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. De qualquer maneira, os impactos causados pelo rompimento sobre a UC são desprezíveis frente ao lastimável estado de conservação da área.

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 os impactos foram desprezíveis tanto nos ambientes aquáticos quanto nos terrestres..

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 Tabela 52 apresenta a Matriz de Avaliação de Impactos no meio biótico.

Tabela 52 - Matriz de Avaliação de Impactos no meio biótico

IDENTIFICAÇÃO			EXAME				SIGNIFICÂNCIA				
Nº do impacto	Grupo	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	TL	Rev	ZA	A	B	Média

IDENTIFICAÇÃO			EXAME				SIGNIFICÂNCIA				
Nº do impacto	Grupo	Impacto	Ocorrência	Incidência	Natureza	Duração	Reversibilidade	Extensão	Importância	Magnitude	Significância
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
B2	ictiofauna	Ambiente aquático - perda de habitat 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 habitat 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 habitat 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

IDENTIFICAÇÃO			EXAME				SIGNIFICÂNCIA				
Nº do impacto	Grupo	Impacto	Ocorrência	Incidência	Natureza	Duração	Reversibilidade	Extensão	Importância	Magnitude	Significância
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
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	UC+ZA	B	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	B	Média

IDENTIFICAÇÃO			EXAME				SIGNIFICÂNCIA				
Nº do impacto	Grupo	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	Ire	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	Ire	ZA	A	B	Média
B11		Contaminação e bioamplificação de contaminantes em animais e plantas	P	I	Neg	TL	Ire	ZA + UC	A	B	Alta

(B1) Aumento da mortalidade e redução dos tamanhos populacionais nos ambientes aquáticos**Vegetação**

A Zona de Amortecimento da RPPN Sete de Outubro engloba a calha do Rio Doce, e pode ter havido **aumento da mortalidade e redução dos tamanhos populacionais** de banco de macrófitas durante a passagem da lama de rejeitos na calha do rio, 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)** da UC (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, apenas na calha do Rio Doce, ocorrendo portanto apenas na Zona de Amortecimento e em um primeiro momento após o rompimento. Desta forma, não houve aumento da mortalidade ou redução dos tamanhos populacionais como um impacto para mamíferos.

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 apropriadas, caso 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 imediato (TI)** já que a maioria das mortes provavelmente ocorreu imediatamente, dias ou semanas após a chegada do rejeito; e **reversível (Rev)** visto que as populações atingidas poderão se recuperar se tomadas as medidas de restauração apropriadas. O impacto é considerado de **extensão restrita à zona de amortecimento (ZA)** da RPPN Sete de Outubro (i.e. apenas na calha e margem do Rio Doce) e 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 associados à encosta da RPPN, 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 mortandade 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 direta (D)**; **Natureza negativa (Neg)**; Duração de caráter temporário de **longo prazo (TL)**; o impacto é **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. Sua extensão é **restrita à zona de amortecimento (ZA)** e, apesar de ter se concentrado na calha do Rio Doce, por este estar contido na ZA da UC, esse impacto deve ser considerado de **Alta importância (A)**, **Baixa magnitude (B)** e **Significância Média (M)**.

(B2) Perda de habitat através de destruição na calha do Rio Doce e áreas adjacentes (praias arenosas, bancos de macrófitas e assoreamento de lagoas marginais no Rio Doce com a deposição de rejeitos).

Vegetação, Mastofauna e Herpetofauna

Este impacto não se aplica à vegetação e não foi observado com relação aos mamíferos ou à herpetofauna. As espécies de mamíferos de hábitos aquáticos e semi-aquáticos desta UC (capivaras e lontras) estão restritas aos córregos, não havendo, portanto, impacto sobre suas populações através da perda de habitat por destruição na calha do Rio Doce.

Avifauna

Alguns dos micro-habitat 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)**.

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)**; **Incidência direta (D)**; **Natureza negativa (N)**; **Duração de caráter temporário de longo prazo (TL)**; o impacto pode ser considerado **Reversível (Rev)** e de extensão é **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)**, **Baixa magnitude (B)** e **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 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 foi restrita à Zona de Amortecimento (ZA)**, 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 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 às anteriores ao rompimento, nesse caso, podendo ser considerado **reversível (R)**. O impacto é considerado de **extensão restrita à zona de amortecimento (ZA)** da UC (i.e. apenas na calha e margem imediata do Rio Doce) 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. 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 **magnitude baixa (B)** já que não tende a resultar em alterações das funções ecossistêmicas ou da integridade de populações dessas espécies da 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

Haveria a possibilidade de que a deposição de rejeitos e sedimento, ao longo do leito do rio, formasse bancos de areia em desembocaduras de tributários e o Rio Doce, isolando espécies, indivíduos e recursos. Durante a expedição de campo foi possível notar acúmulo de sedimento arenoso na foz do Ribeirão Itaiaia com o Rio Doce, mas nada que impedisse o fluxo de indivíduos entre o rio e o tributário. Caso esse isolamento tenha ocorrido, foi temporário e apresentou importância secundária frente a outros impactos.

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), perifiton (boa parte dos loricarídeos) e invertebrados que dependem destes recursos (todas as espécies da família Trichomycteridae), são afetadas.

A turbidez alta é marcante no Rio Doce, mas esse não é um impacto a ser considerado para o Ribeirão Itaiaia, que apresenta água translúcida, como seria esperado para um corpo d'água que drena terrenos rochosos. Deste modo pode-se considerar que este tributário esteja atuando como uma importante área de refúgio para as espécies de peixes de pequeno e médio porte (com até 20 cm de comprimento, como por exemplo Cascudos, Traíras e Lambaris).

Para a ictiofauna o impacto possui ocorrência **real (R)**; Incidência **direta (D)**; Natureza **negativa (Neg)**; Duração de caráter temporário de **longo prazo (TL)**; o impacto pode ser considerado **Reversível (Rev)**. 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)**, **Baixa magnitude (B)** e **Significância Média (M)**.

(B5) Alterações na cadeia trófica relacionadas aos ambientes aquáticos

Vegetação e Mastofauna

Este impacto não se aplica à vegetação, e as possíveis alterações na cadeia trófica devido ao rompimento da barragem não atingiram 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)** de **incidência indireta (I)**, e de **natureza negativa (Neg)**. A escassez de dados faz com que a classificação desse impacto seja algo incerta, sendo considerado como apresentando provável **duração temporária de longo prazo (TL)**, **reversível (Rev)**, **com extensão atingindo a unidade de conservação e sua área de entorno (UC + ZA)**, **importância baixa (B)**, **magnitude baixa (B)** e **significância baixa (B)**.

Herpetofauna

Apesar da proximidade com o Rio Doce, o fato da RPPN Sete de Outubro ser bastante degradada e por consequência abrigar apenas espécies comuns, adaptadas a ambientes adversos e ainda separada do rio pela estrada de ferro faz com que o impacto relacionado à alteração na cadeia trófica desencadeada a partir de ambientes aquáticos que poderia levar a alterações na 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 (I)**; **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 a conexão trófica. O impacto é considerado de **extensão que pode alcançar a Unidade de Conservação e a área de entorno (UC+ZA)**. O impacto tem potencial para afetar todas as espécies insetívoras da UC. No entanto, essas espécies são comuns, de ampla distribuição e adaptadas a ambientes biologicamente pouco relevantes e por isso deve ser considerado deve ser considerado de **baixa importância (B)** e de **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 pode-se 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.

Um fato interessante a ser ressaltado é a notada ausência de peixes pequenos (como Lambaris e Barrigudinhos) e invertebrados aquáticos (como pequenos crustáceos, larvas de Diptera e Ephemeroptera) - extremamente comuns em margens de rios de médio a grande porte - nas margens do Rio Doce na área de entorno da UC. Se esse fato é decorrência do rompimento da Barragem de Fundão, muito provavelmente as populações dessas espécies e alguns processos ecossistêmicos relacionados à transferência de energia do Rio Doce para a área da UC via redes tróficas podem ter sido profundamente impactados.

Portanto, para a ictiofauna o impacto é considerado de ocorrência **potencial (P)**; **Incidência indireta (I)**; Natureza **negativa (N)**; Duração de caráter temporário de **longo prazo (TL)**; o impacto pode ser considerado **Reversível (Rev)**; de **extensão restrita à zona de amortecimento (ZA)** **Alta importância (A)**, **Alta magnitude (A)** e **Significância Média (M)**.

(B6) Alteração na composição da assembleia ou comunidades aquáticas

Mastofauna, Avifauna e Herpetofauna

Este impacto aplica-se apenas à ictiofauna, não tendo sido observado 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 a RPPN Sete de Outubro. Trata-se de uma espécie típica de ambientes de corredeiras profundas, com substrato rochoso (como encontrados em trechos do Rio Doce dentro da área de entorno), 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 da UC, pode-se 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. vimboides*, que configura na lista de espécies ameaçadas do Espírito Santo devido à sobrepesca e à introdução de seus congêneres (ICMBIO, 2018).

O impacto possui **ocorrência potencial (P)**; **Incidência indireta (I)**; **Natureza negativa (Neg)**; **Duração de caráter permanente (Per)**; o impacto pode ser considerado **Irreversível (Ire)** por ser profundamente dependente da dinâmica populacional das diferentes espécies que compõem a assembleia, que já foi impactada por mortalidade de indivíduos; **de extensão extensão restrita à zona de amortecimento (ZA)**, **Alta importância (A)**, **Baixa magnitude (B)** e **Significância Alta (A)**.

(B7) Aumento na riqueza e abundância relativa de espécies introduzidas em ambientes aquáticos

Vegetação, Mastofauna, Avifauna, Herpetofauna

Não houve registros de presença 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.

O impacto possui **Ocorrência potencial (P)**; **Incidência indireta (I)**; **Natureza negativa (Neg)**; **Duração de caráter permanente (Per)**; 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; **extensão local (L)**, **Alta importância (A)**, **Baixa magnitude (B)** e **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 e 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 tal impacto, pois, em muitos casos, passa pela percepção do grupo social, pela valorização do espaço protegido e 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).

Impactos vinculados ao meio socioeconômico e cultural, em sua relação com Unidades de Conservação, ligam-se principalmente à oferta serviços ambientais ou ecossistêmicos i) de Provisão: energia e matéria, como alimentos, matéria-prima, água potável; ii) Culturais: referem-se ao bem-estar não material, como lazer, turismo, espiritualidade, inspiração, herança e transmissão cultural.

Dentre os impactos identificados, observou-se a ocorrência na RPPN Sete de Outubro e em sua área de entorno (3 km definidos no termo de referência) dos seguintes:

- (S1) Perda de espaço de sociabilidade, de lazer e comprometimento da prática de esportes náuticos;
- (S2) Perda de produção agropecuária e piscicultura (2015);
- (S4) Perda de fonte de abastecimento de água / perda de acesso a água;
- (S5) Perda das relações topofílicas.

A seguir, são analisados os atributos de cada impacto verificado na RPPN Sete de Outubro e em sua área de entorno (3 km definidos no termo de referência), a fim de avaliar a significância de cada um e, posteriormente, indicar as necessárias medidas para reparar, mitigar ou compensar seus efeitos (Tabela 53).

Tabela 53 - Matriz de Impactos no Meio Socioeconômico e Cultural

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	B	B	Baixa
S2	Desalento pela perda de produção agropecuária e/ou piscicultura em 2015	R	D	Neg	Per	Ire	ZA	M	B	Baixa
S4	Perda de fonte de abastecimento de água/ perda de acesso a água	R	D	Neg	TL	Rev	UC+ZA	M	M	Média
S5	Perda das relações topofílicas	R	I	Neg	Per	Rev	UC+ZA	A	M	Alta

(S1) Perda de espaço de sociabilidade, 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)** no raio de 3 km da RPPN Sete de Outubro. As visitas, pela equipe, às áreas atingidas demonstraram o total abandono dessas práticas pela população, pois o rio estava completamente vazio de pessoas. Era comum, principalmente nos finais de semana, as pessoas estacionarem os carros na estrada de terra e dirigirem-se a este setor de praias e remansos para atividades de lazer, inclusive com áreas para camping e piquenique. A população deixou de usar estes espaços em suas diversas práticas de lazer, como banhos e natação. O impacto tem **incidência direta (D)**, visto que é resultado da deterioração promovida pela deposição do lodo de rejeitos nos espaços antes utilizados pela população local para encontros e diversão. É, portanto, de **natureza negativa (N)**. Avalia-se duração **temporário 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)**, posto que há tecnologia para recuperação ou as sucessivas deposições de sedimentos posteriores e monitoramento da qualidade das águas, associadas a transparência de informações, podem incentivar a volta dessas práticas. O impacto ocorre na **zona de amortecimento, com extensão (ZA)**, pois ocorria em partes do leito e calha do rio, notadamente nas margens do Rio em frente à entrada da sede da RPPN. Nesse setor, o Rio Doce forma uma praia, com áreas de remanso próprias para a prática de natação e demais atividades de lazer nos corpos d'água. A **importância** foi considerada **baixa (B)** na relação com a RPPN, pois afeta, em parte o uso socioeconômico da área. Sua **magnitude é baixa (B)** pois afeta práticas sociais, impedindo pessoas de praticarem atividades de lazer no entorno da UC. Assim sua **significância é baixa (B)**.

(S2) Desalento pela perda de produção agropecuária e/ou piscicultura em 2015

Com relação a Desalento pela perda de produção agropecuária e/ou piscicultura em 2015 tratou-se de uma ocorrência **real (R)** considerando declaração de que na Fazenda Sete de Outubro (homônima à Unidade de Conservação, do mesmo proprietário), houve prejuízo com o gado perdido na beira do rio, além da perda de *capineira*, utilizada para a alimentação do rebanho. A incidência é **direta (D)**, pois decorre da deposição da lama de rejeitos em razão do rompimento da Barragem do Fundão. Tem natureza **negativa (N)** e duração **permanente (Per)**, mesmo que tivesse havido compensação pelas perdas (o que o irmão do proprietário reclama que não aconteceu), pois a perda não é exclusivamente econômica e envolve aspectos intangíveis que permanecem na memória coletiva durante toda a vida. Nessa perspectiva, o impacto é **irreversível (Ire)**, com extensão **ZA**, pois aconteceu em algumas propriedades na zona de amortecimento. Tem **importância média (M)** e **magnitude baixa (B)**. A **significância** do impacto é **baixa (B)**.

(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 bastante severa, pois todo o abastecimento de água para as atividades da fazenda e da RPPN provinha do Rio Doce. Com isso houve a necessidade de contratação de caminhões pipas, além da transferência dos poços para áreas mais distantes da calha do Rio. Nesse sentido, são sérios os impactos ao abastecimento de água para a RPPN. O impacto tem 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 no meio físico indica que o enorme volume de lodo de rejeitos depositado ao longo do curso do Rio

Gualaxo, Carmo e Doce, a montante de Resplendor, torna esse impacto **temporário de longo prazo (TL)**, com possibilidade de ressuspensão, redeposição e carregamento sazonal do lodo de rejeitos pela chuva, durante período 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. Ocorreu na UC e na zona de amortecimento, com **extensão (UC+ZA)**. Tem **média importância (M)** e **média magnitude (M)**. Sua significância é, então, **média (M)**.

(S5) Perda das relações topofílicas

As relações topofílicas 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 e afetos. A **perda das relações topofílicas** 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 decorrência das mudanças ocasionadas pela presença da lama de rejeitos e afetou os moradores causando muita tristeza. Tem duração **permanente (Per)**, 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. A extensão é **UC + ZA**, pois o sentimento é comum aos moradores da RPPN e da zona de amortecimento, 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 média (M)** dado que o esgarçamento das relações topofílicas podem descomprometer os moradores com a conservação do lugar. Considerando esses aspectos, a **significância** do impacto perda das relações topofílicas é **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 34 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** e Anexo VII) 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.

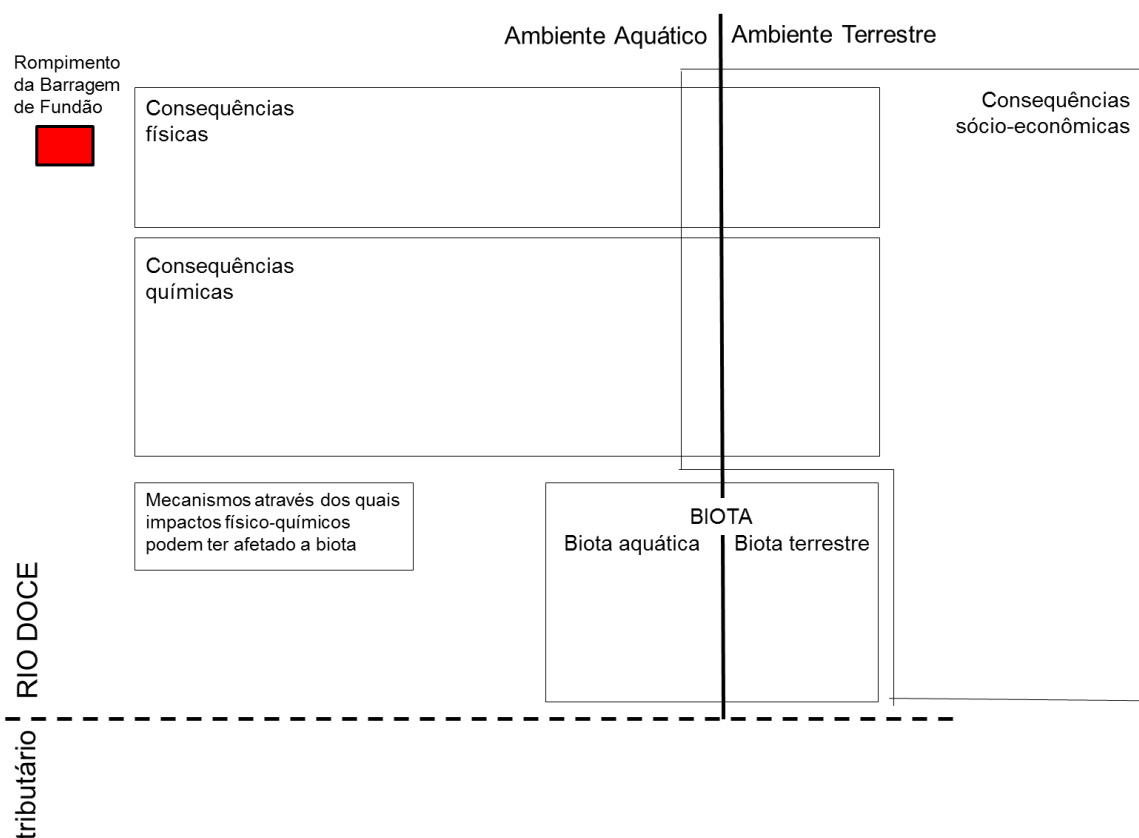
Este Mapa Conceitual foi concebido levando em consideração o conjunto das Unidades de Conservação às margens do Médio e Baixo Rio Doce analisadas por esta equipe, quais sejam: Área de Proteção Especial Pico do Ibituruna, Monumento Natural Pico do Ibituruna (Governador Valadares, MG), Reserva Particular do Patrimônio Natural Sete de Outubro (Conselheiro Pena, MG), Parque Estadual Sete Salões (Conselheiro Pena, Ituaçu, Resplendor, Santa Rita do Ituaçu, 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, a RPPN Sete de Outubro. Fatores (caixas) e impactos (círculos) sem ocorrência real ou potencial na RPPN Sete de Outubro 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 PE são realçadas (apresentadas em linhas e fontes pretas) no Mapa Conceitual.

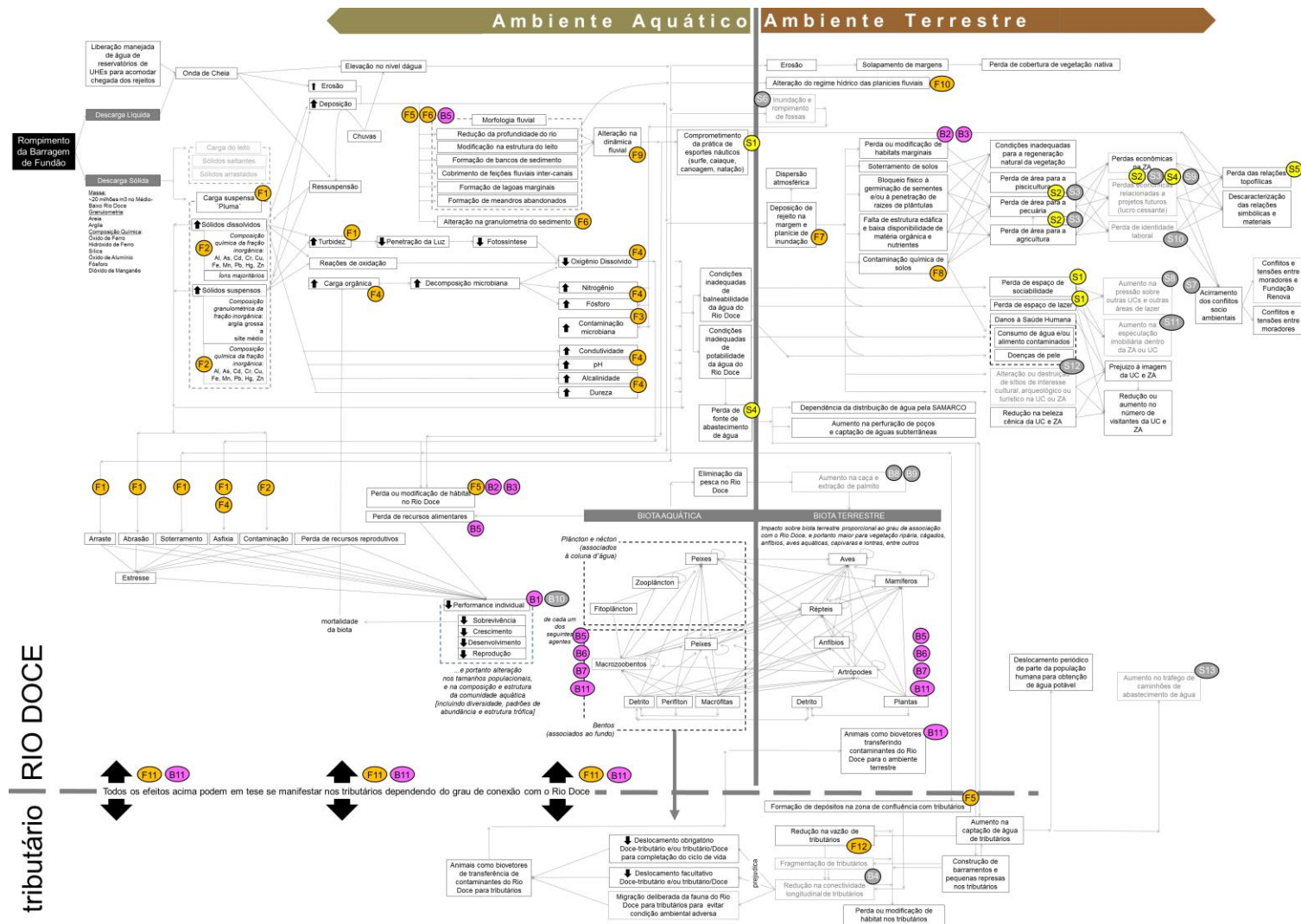
O Mapa Conceitual descreve hipóteses de relação de causa-e-efeito entre o rompimento da Barragem de Fundão (canto superior esquerdo) e atributos físicos, químicos, biológicos, sociais e econômicos de ambientes aquáticos (esquerda) e terrestres (direita) nas Unidades de Conservação do Médio e Baixo Rio Doce. Parte das alterações foram consideradas ‘impactos’, que estão numerados sequencialmente para o meio físico-químico (F), biótico (B) e socioeconômico (S). A Figura 33 representa a estrutura do Mapa Conceitual.

Figura 33 - Estrutura do Mapa Conceitual



A Figura 34 apresenta o Mapa Conceitual.

Figura 34 - 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). 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, Hedgecott 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 não 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 temporariamente a conectividade do Rio Doce para peixes. A segmentação de tributários ou a oclusão da confluência de tributários (Impacto B4), observada em outras Unidades de Conservação do Médio e Baixo rio Doce não aparenta ter ocorrido na Área de Estudo da RPPN Sete de Outubro.

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 parte da atividade extrativista para a caça de aves e mamíferos como tatus e roedores de grande porte (Impacto B8) e de palmitos (Impacto B9) em outras Unidades de Conservação do Médio e Baixo rio Doce, mas não foi documentada na RPPN Sete de Outubro.

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).

Em outras áreas do Médio e Baixo rio Doce o abandono do rio Doce como área de sociabilidade e lazer 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). Nenhum destes efeitos (S8, S11, S12), no entanto, foi registrado na RPPN Sete de Outubro.

O rompimento também afetou negativamente a agricultura, a pecuária, a piscicultura e a pesca no curtíssimo prazo (por exemplo, por soterramento imediato; Impacto S2) mas não aparenta ter ocorrido 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 resultantes do esvaziamento da área por pescadores e frequentadores (Impacto S9) não foram registrados na RPPN Sete de Outubro..

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 em diversos pontos do rio Doce 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. Porém, dada a pequena área de estudo, este impacto não foi observado associado à RPPN Sete de Outubro.

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, B4).

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).

Em outras Unidades de Conservação do Médio e Baixo rio Doce 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. De qualquer maneira, este impacto (S7) não se manifestou na pequena e erma RPPN Sete de Outubro, conforme indicado na Figura, e é aqui mencionado por conta de o mapa conceitual apresentar uma visão geral do Médio e Baixo rio Doce (veja justificativas o parágrafo introdutório de '6.4. Avaliação de Impacto Integrada').

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. Isso 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 referência para registros de alterações causadas pelo fluxo de rejeito de Fundão, mas sim pela dinâmica do ano hidrológico.
- **Hidrossedimentologia** – As estações fluviométricas e pontos de coleta do CPRM/ANA, IGAM/MG ou mesmo os que foram estabelecidos ou incorporados ao PMQQS no trecho do Rio Doce abrangido pelos limites da área de estudo não possuem amostragem de dados históricos de vazão, sedimentos e descargas sólidas suspensas totais suficientes para analisar o comportamento fluvial nos meses antes, durante e depois do rompimento da Barragem de Fundão. Existem lacunas na periodicidade dos monitoramentos, que dificultaram a sistematização e, muitas vezes, inviabilizaram o uso de alguns dados. Por isso, foi necessário utilizar amostragens de dados de vazão, granulometria e descargas sólidas de uma estação fluviométrica do CPRM/ANA localizada em um trecho do Rio Doce a montante dos limites da área de estudo, sendo esta a mais próxima possível da Unidade de Conservação, que no caso foi a estação fluviométrica de Tumiritinga (MG). Mesmo assim, após selecionar a estação de Tumiritinga, foi necessário adotar os modelos de pesquisa utilizados pelos relatórios do CPRM/ANA e MPF (2017a) para sistematizar e interpretar os dados desta estação, que apresentavam coletas sem uma periodicidade definida. Para isso o CPRM/ANA e MPF (2017a) realizaram a ajustagem 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, também utilizados para este Diagnóstico, no intuito de avaliar os impactos da onda de rejeito originada do rompimento da Barragem de Fundão no trecho do Rio Doce onde está localizada a UC. Dessa forma, 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 Unidade de Conservação. 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** – Não localizamos na literatura científica pesquisas sobre ecossistemas aquáticos na RPPN Sete de Outubro. É importante o mapeamento e caracterização físico-químico-biológica dos corpos d'água da RPPN, bem como suas relações diretas e indiretas com o rio Doce e com o uso da terra no entorno.
- **Pedologia** - Não foram identificados estudos suficientes sobre a concentração de metais pesados nos solos da Unidade de Conservação, 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

Até o presente momento a RPPN não possui plano de manejo e levantamentos florísticos.

Por tal razão, 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 da RPPN Sete de Outubro 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. O levantamento de quirópteros com redes de neblina, a captura de pequenos mamíferos e sua identificação, e o uso de câmeras trap para registrar as espécies de médio e grande porte, poderiam servir de base para recompor a vegetação e consequentemente a fauna da RPPN.

Avifauna

A inexistência de dados prévios ao rompimento da barragem para a área da RPPN impossibilita a construção de uma linha de base robusta. De maneira similar, a falta de dados sobre a composição e estrutura da comunidade de aves local após o rompimento da barragem torna sobremaneira difícil a avaliação dos potenciais impactos causados pelo incidente. Também faltam dados pretéritos ou atuais sobre a intensidade da pressão de caça e captura de aves silvestres no local.

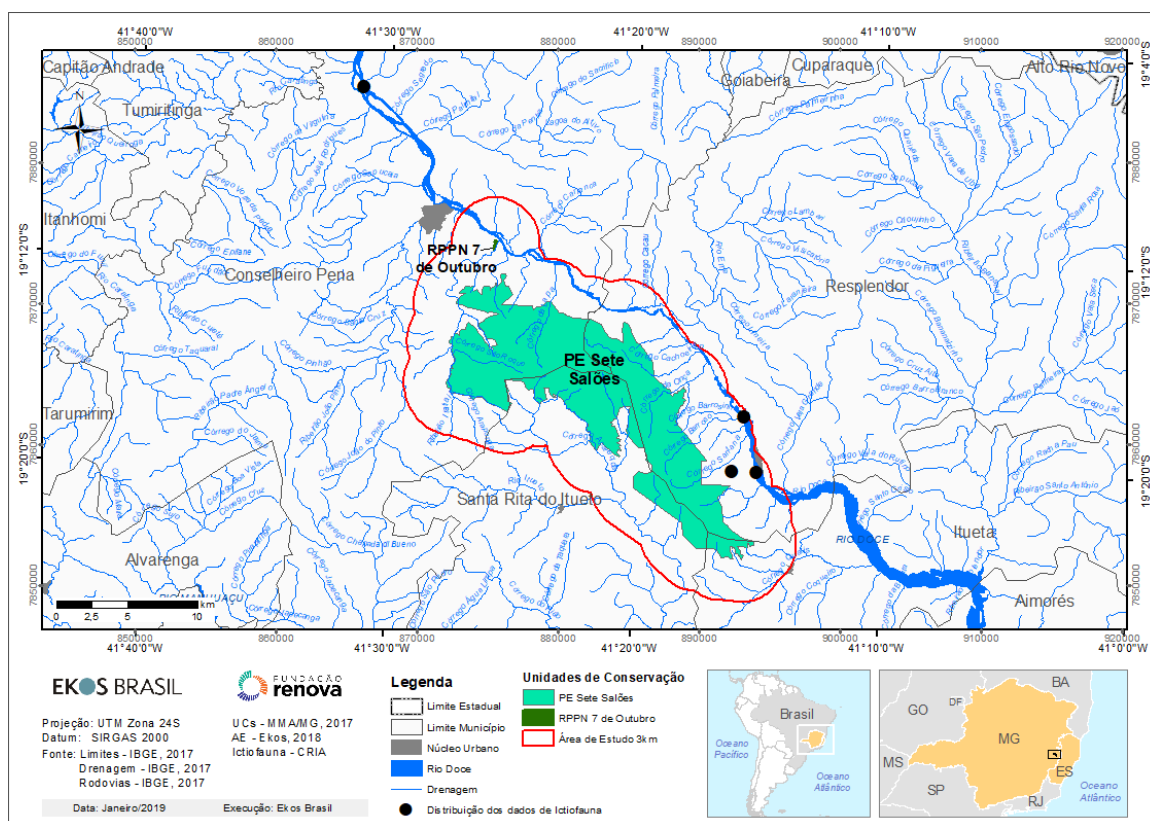
Herpetofauna

Como a obtenção da lista de espécies usada para construir a linha de base foi fundamentada exclusivamente em dados secundários e não existem estudos realizados na RPPN Sete de Outubro, a riqueza potencial sobre a Herpetofauna, sendo compilada a partir de dados secundários, provavelmente é maior do que a riqueza de espécies atualmente existente na RPPN. Dessa maneira, a riqueza e composição de espécies estimada para o momento pré-rompimento deve estar superestimada.

Ictiofauna

O levantamento de dados secundários permitiu a elaboração de uma lista de espécies com potencial de ocorrência nas proximidades do RPPN Sete de Outubro. Levando em consideração que a UC não possui plano de manejo e que as informações obtidas a partir do levantamento de dados secundários não contempla a área da UC (Mapa 16), 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 se pode destacar está no fato de que grande parte dos registros obtidos serem 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 dentro do riacho localizado na 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. No caso da RPPN Sete de Outubro, os dados secundários disponíveis foram provenientes de uma única estação de amostragem, localizada na calha do Rio Doce e que apesar de estar localizada dentro do município de Conselheiro Pena, encontra-se distante da Zona de Amortecimento da UC, porém se este dado não fosse incluído, não haveriam informações sobre a ictiofauna do município para ser agregada à linha de base. No entanto, a proximidade da UC ao Rio Doce permitiria acesso e refúgio dessa fauna característica de rios de maior porte, aos pequenos riachos das UC, podendo impactar a abundância das espécies e a estabilidade das assembleias de peixes residentes nos riachos. Sendo assim, 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 *Steindachneridon doceanum*). Além disso, pouco se sabe sobre a história natural 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. UCs se configuram como ótimos locais para o estudo dessas espécies que não costumam ser consideradas em levantamentos ligados ao licenciamento ambiental de empreendimentos.

Mapa 16 - Distribuição espacial das localidades utilizadas para o levantamento de dados secundários da ictiofauna



7.3 MEIO SOCIOECONÔMICO E CULTURAL E DE USO PÚBLICO

A RPPN Sete de Outubro localiza-se na Zona de Amortecimento do Parque Estadual Sete Salões. É importante avaliar a possibilidade de maior interação entre as UCs por meio de projetos de visitação pública.

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 soluções 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 54 apresenta a relação dos impactos identificados e avaliados na Unidade de Conservação com as medidas e programas propostos.

Tabela 54 - 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 do Rio Doce na UC e ZA, através das metodologias e critérios já estabelecidos pelo PMQQS.	Mitigação/Reparação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da Água pela Segurança Hídrica
	Diagnóstico sobre a estrutura e qualidade dos solos na planície fluvial	Mitigação/Reparação	Requalificação Sustentável dos Vales e Planícies Fluviais para a População
	Estabilização das margens (Rio Doce e tributários) utilizando preferencialmente técnicas de bioengenharia	Mitigação/Reparação	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	Mitigação/Reparação	Requalificação Sustentável dos Vales e Planícies Fluviais para a População
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Mitigação/Reparação	Projeto de Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Mitigação/Reparação	Projeto de Manejo de Fauna e Vegetação
(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 do Rio Doce na UC e ZA, através das metodologias e critérios já estabelecidos pelo PMQQS.	Mitigação/Reparação	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.	Mitigação/Reparação	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.	Mitigação/Reparação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da Água pela Segurança Hídrica

Impacto Avaliado	Medida Proposta	Classificação da Medida	Projeto
	Monitoramento de parâmetros quali-quantitativos das águas e dos sedimentos do Rio Doce na UC e ZA, através das metodologias e critérios já estabelecidos pelo PMQQS.	Mitigação/Reparação	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.	Mitigação/Reparação	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.	Mitigação/Reparação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da Água pela Segurança Hídrica
	Monitoramento de parâmetros quali-quantitativos das águas e dos sedimentos do Rio Doce na UC e ZA, através das metodologias e critérios já estabelecidos pelo PMQQS.	Mitigação/Reparação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da Água pela Segurança Hídrica
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Mitigação/Reparação	Projeto de Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Mitigação/Reparação	Projeto de Manejo de Fauna e Vegetação
	Monitoramento de parâmetros quali-quantitativos das águas e dos sedimentos do Rio Doce na UC e ZA, através das metodologias e critérios já estabelecidos pelo PMQQS.	Mitigação/Reparação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da Água pela Segurança Hídrica
(F5) Assoreamento do leito do Rio Doce, zonas de confluência com tributários e corpos d'água marginais	Análise de risco da condução extensiva de dragagem aos locais propícios à retenção/acúmulo de sedimentos	Mitigação/Reparação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da Água pela Segurança Hídrica
	Diagnóstico sobre a estrutura e qualidade dos solos na planície fluvial	Mitigação/Reparação	Requalificação Sustentável dos Vales e Planícies Fluviais para a População
	Estabilização das margens (Rio Doce e tributários) utilizando preferencialmente técnicas de bioengenharia	Mitigação/Reparação	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	Mitigação/Reparação	Requalificação Sustentável dos Vales e Planícies

Impacto Avaliado	Medida Proposta	Classificação da Medida	Projeto
			Fluviais para a População
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Mitigação/Reparação	Projeto de Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Mitigação/Reparação	Projeto de Manejo de Fauna e Vegetação
(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	Mitigação/Reparação	Requalificação Sustentável dos Vales e Planícies Fluviais para a População
	Estabilização das margens (Rio Doce e tributários) utilizando preferencialmente técnicas de bioengenharia	Mitigação/Reparação	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	Mitigação/Reparação	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	Mitigação/Reparação	Requalificação Sustentável dos Vales e Planícies Fluviais para a População
	Estabilização das margens (Rio Doce e tributários) utilizando preferencialmente técnicas de bioengenharia	Mitigação/Reparação	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	Mitigação/Reparação	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	Mitigação/Reparação	Requalificação Sustentável dos Vales e Planícies Fluviais para a População
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Mitigação/Reparação	Projeto de Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Mitigação/Reparação	Projeto de Manejo de Fauna e Vegetação

Impacto Avaliado	Medida Proposta	Classificação da Medida	Projeto
(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	Mitigação/Reparação	Requalificação Sustentável dos Vales e Planícies Fluviais para a População
(F9) Alteração na dinâmica fluvial do Rio Doce	Monitoramento de parâmetros qualitativos das águas e dos sedimentos do Rio Doce na UC e ZA, através das metodologias e critérios já estabelecidos pelo PMQQS.	Mitigação/Reparação	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	Mitigação/Reparação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da Água pela Segurança Hídrica
(F10) Alteração no regime hídrico de planícies fluviais	Diagnóstico sobre a estrutura e qualidade dos solos na planície fluvial	Mitigação/Reparação	Requalificação Sustentável dos Vales e Planícies Fluviais para a População
	Estabilização das margens (Rio Doce e tributários) utilizando preferencialmente técnicas de bioengenharia	Mitigação/Reparação	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	Mitigação/Reparação	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	Mitigação/Reparação	Requalificação Sustentável dos Vales e Planícies Fluviais para a População
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Mitigação/Reparação	Projeto de Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Mitigação/Reparação	Projeto de Manejo de Fauna e Vegetação
(F11) Degradação da qualidade da água e dos sedimentos de tributários ao Rio Doce	Monitoramento de parâmetros qualitativos das águas e dos sedimentos do Rio Doce na UC e ZA, através das metodologias e critérios já estabelecidos pelo PMQQS.	Mitigação/Reparação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da Água pela Segurança Hídrica
	Instalação de sistemas de captação de água mais eficientes (cisternas, água de reúso, etc) em locais estratégicos	Mitigação/Reparação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da Água pela Segurança Hídrica

Impacto Avaliado	Medida Proposta	Classificação da Medida	Projeto
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Mitigação/Reparação	Projeto de Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Indicação de áreas prioritárias e implantação de conectividade entre fragmentos florestais	Mitigação/Reparação	Projeto de Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Mitigação/Reparação	Projeto de Manejo de Fauna e Vegetação
(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	Mitigação/Reparação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
	Indicação de áreas prioritárias e implantação de conectividade entre fragmentos florestais	Mitigação/Reparação	Projeto de Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Mitigação/Reparação	Projeto de Manejo de Fauna e Vegetação
(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.	Mitigação/Reparação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
	Indicação de áreas prioritárias e implantação de conectividade entre fragmentos florestais	Mitigação/Reparação	Projeto de 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.	Mitigação/Reparação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
	Indicação de áreas prioritárias e implantação de conectividade entre fragmentos florestais	Mitigação/Reparação	Projeto de 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.	Mitigação/Reparação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
	Indicação de áreas prioritárias e implantação de conectividade entre fragmentos florestais	Mitigação/Reparação	Projeto de Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas

Impacto Avaliado	Medida Proposta	Classificação da Medida	Projeto
(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.	Mitigação/Reparação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da Água pela Segurança Hídrica
	Indicação de áreas prioritárias e implantação de conectividade entre fragmentos florestais	Mitigação/Reparação	Projeto de Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Pesquisas para avaliar a necessidade e viabilidade de programas de reintrodução de espécies sensíveis e endêmicas de peixes	Mitigação/Reparação	Projeto de 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	Mitigação/Reparação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da Água pela Segurança Hídrica
	Indicação de áreas prioritárias e implantação de conectividade entre fragmentos florestais	Mitigação/Reparação	Projeto de Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
(B2) Perda de habitat através de destruição 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.	Mitigação/Reparação	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	Mitigação/Reparação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da Água pela Segurança Hídrica
	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 (peixes)	Mitigação/Reparação	Projeto de 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	Mitigação/Reparação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da Água pela Segurança Hídrica
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Mitigação/Reparação	Projeto de Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Indicação de áreas prioritárias e implantação de conectividade entre fragmentos florestais	Mitigação/Reparação	Projeto de Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas

Impacto Avaliado	Medida Proposta	Classificação da Medida	Projeto
(B3) Perda de habitat por degradação na calha do Rio Doce e áreas adjacentes (herpetofauna)	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Mitigação/Reparação	Projeto de Manejo de Fauna e Vegetação
	Análise de risco da condução extensiva de dragagem aos locais propícios à retenção/acúmulo de sedimentos	Mitigação/Reparação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da Água pela Segurança Hídrica
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Mitigação/Reparação	Projeto de Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Indicação de áreas prioritárias e implantação de conectividade entre fragmentos florestais	Mitigação/Reparação	Projeto de Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Mitigação/Reparação	Projeto de Manejo de Fauna e Vegetação
(B3) Perda de habitat por degradação 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.	Mitigação/Reparação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da Água pela Segurança Hídrica
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Mitigação/Reparação	Projeto de Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Indicação de áreas prioritárias e implantação de conectividade entre fragmentos florestais	Mitigação/Reparação	Projeto de Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Mitigação/Reparação	Projeto de Manejo de Fauna e Vegetação
	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 (peixes)	Mitigação/Reparação	Projeto de 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.	Mitigação/Reparação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Mitigação/Reparação	Projeto de Recuperação, Manejo e

Impacto Avaliado	Medida Proposta	Classificação da Medida	Projeto
			Conectividade das Florestas
	Indicação de áreas prioritárias e implantação de conectividade entre fragmentos florestais	Mitigação/Reparação	Projeto de Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Mitigação/Reparação	Projeto de Manejo de Fauna e Vegetação
(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.	Mitigação/Reparação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da água pela segurança hídrica
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Mitigação/Reparação	Projeto de Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Indicação de áreas prioritárias e implantação de conectividade entre fragmentos florestais	Mitigação/Reparação	Projeto de Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Mitigação/Reparação	Projeto de 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.	Mitigação/Reparação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da Água pela Segurança Hídrica
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Mitigação/Reparação	Projeto de Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Indicação de áreas prioritárias e implantação de conectividade entre fragmentos florestais	Mitigação/Reparação	Projeto de Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Mitigação/Reparação	Projeto de Manejo de Fauna e Vegetação
	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 (peixes)	Mitigação/Reparação	Projeto de Manejo de Fauna e Vegetação

Impacto Avaliado	Medida Proposta	Classificação da Medida	Projeto
	Pesquisas para avaliar a necessidade e viabilidade de programas de reintrodução de espécies sensíveis e endêmicas de peixes	Mitigação/Reparação	Projeto de Manejo de Fauna e Vegetação
	Expansão do programa de monitoramento da ictiofauna para os tributários do Rio Doce	Mitigação/Reparação	Projeto de 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.	Mitigação/Reparação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da Água pela Segurança Hídrica
	Pesquisas para avaliar a necessidade e viabilidade de programas de reintrodução de espécies sensíveis e endêmicas de peixes	Mitigação/Reparação	Projeto de Manejo de Fauna e Vegetação
	Expansão do programa de monitoramento da ictiofauna para os tributários do Rio Doce	Mitigação/Reparação	Projeto de 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.	Mitigação/Reparação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da Água pela Segurança Hídrica
	Monitoramento de parâmetros qualitativos das águas e dos sedimentos do Rio Doce na UC e ZA, através das metodologias e critérios já estabelecidos pelo PMQQS.	Mitigação/Reparação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da Água pela Segurança Hídrica
	Expansão do programa de monitoramento da ictiofauna para os tributários do Rio Doce	Mitigação/Reparação	Projeto de Manejo de Fauna e Vegetação
(B11) Contaminação e bioamplificação de contaminantes em animais e plantas	Monitoramento de parâmetros qualitativos das águas e dos sedimentos do Rio Doce na UC e ZA, através das metodologias e critérios já estabelecidos pelo PMQQS.	Mitigação/Reparação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da Água pela Segurança Hídrica
	Expansão do programa de monitoramento da ictiofauna para os tributários do Rio Doce	Mitigação/Reparação	Projeto de Manejo de Fauna e Vegetação

Impacto Avaliado	Medida Proposta	Classificação da Medida	Projeto
(S1) Perda de espaço de sociabilidade, de lazer e comprometimento da prática de esportes náuticos	Implantação de roteiros de ecoturismo adequados	Mitigação/Reparação	Uso Público
	Capacitação de monitores em técnicas de interpretação ambiental e redução de impactos da visitação	Mitigação/Reparação	
(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	Mitigação/Reparação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da Água pela Segurança Hídrica
	Capacitação ao cultivo de palmito nativo	Mitigação/Reparação	Projeto de Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Incentivo ao plantio de agrofloresta e manejo de recursos florestais	Mitigação/Reparação	Projeto de 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.	Mitigação/Reparação	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	Mitigação/Reparação	Melhoria da Qualidade e Quantidade da Água pela Segurança Hídrica
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Mitigação/Reparação	Projeto de Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Indicação de áreas prioritárias e implantação de conectividade entre fragmentos florestais	Mitigação/Reparação	Projeto de Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Mitigação/Reparação	Projeto de Manejo de Fauna e Vegetação
(S5) Perda das relações toponímicas	Manejo e apoio no uso sustentável dos solos na planície de inundação e ilhas fluviais	Mitigação/Reparação	Requalificação Sustentável dos Vales e Planícies Fluviais para a População
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Mitigação/Reparação	Projeto de Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas

Impacto Avaliado	Medida Proposta	Classificação da Medida	Projeto
	Capacitação ao cultivo de palmito nativo	Mitigação/Reparação	Projeto de Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Incentivo ao plantio de agrofloresta e manejo de recursos florestais	Mitigação/Reparação	Projeto de Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Indicação de áreas prioritárias e implantação de conectividade entre fragmentos florestais	Mitigação/Reparação	Projeto de Recuperação, Manejo e Conectividade das Florestas
	Plano de recuperação de APPs, com plantio de espécies chave como o palmito juçara	Mitigação/Reparação	Projeto de Manejo de Fauna e Vegetação
(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.)	Mitigação/Reparação	Uso Público

8.1 PROJETO DE MELHORIA DA QUALIDADE E QUANTIDADE DA ÁGUA PELA SEGURANÇA HÍDRICA

Objetivos do Projeto

- Apoiar o poder 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 IGAM/MG 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 do Rio Doce 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 Fundação Renova.

8.1.1 Medida 1 - Apoio (financeiro, logístico e suprimentos) ao IGAM/MG e demais órgãos responsáveis, no controle da implantação de barramentos e incentivo a remoção das unidades existentes.

Importância da Medida

Contribuir com a promoção da eficiência de mecanismos de gestão territorial, na esfera estadual e, principalmente, municipal, onde em geral, se observa uma maior carência de instrumentos políticos, financeiros e corpo técnico para executar e fiscalizar medidas de ordenamento territorial. Contudo, uma vez que este apoio seja efetuado, amplia-se a capacidade de gerenciamento dos recursos hídricos e propriedades ao longo da rede fluvial, viabilizando o incentivo a desobstrução de córregos localizados na área de entorno da UC, e assim garantindo a manutenção do fluxo natural dos tributários do Rio Doce.

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 ZA da UC: córregos tributários do 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: aqui entra o 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 atende 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).

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 significância e deve ser implementada em um curto prazo.

Extensão

UC+ZA. ETAs poderiam ser instaladas nas UCs, mais próximo as nascentes. ETEs poderiam ser instaladas nas ZAs, 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 área de entorno. 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 área de entorno. 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 próximo as 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

UC+ZA, 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 área de entorno 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.

Objetivo da Medida

Caracterizar e monitorar as águas subterrâneas do território da UC e sua área de entorno 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 área de entorno.

Possíveis sinergias com Programas da Fundação Renova

Programa 26 - Recuperação de Áreas de Preservação Permanente: aqui entra o 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 do Rio Doce 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.

Propõem-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 trechos do Rio Doce dentro dos limites da ZA da UC.
- Conhecer e acompanhar as condições limnológicas dos trechos do Rio Doce dentro dos limites da ZA da UC.
- Identificar tipos, qualidade e volume de sedimentos que pode ter se acumulado, ou ainda estar se acumulando no trecho do Rio Doce abarcado pela da 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

Trecho do Rio Doce localizado dentro dos limites da área de entorno 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 área de entorno 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 as avaliações 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).

Feita tais considerações pondera-se que não se deve descartar a possibilidade da dragagem subsidiar na 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 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 área de entorno 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 área de entorno 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.

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, não mitiga impactos de alta significância, e deve ser implementada em curto prazo.

Extensão

Interior e área de entorno da UC.

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 área de entorno 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.
- 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 área de entorno. 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: (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

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, 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 área de entorno 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 - 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: aqui entra o 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.

8.2.3 Medida 3 - 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: (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

Gerenciar e avaliar a integração das medidas de estabilização das margens do Rio Doce e tributários, implementadas nos trechos fluviais localizados na área de entorno da UC, ao sistema físico-ambiental local.

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: aqui entra o 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 - 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 e, (S5) Perda das relações topofílicas.

Objetivo da Medida

Contribuir para a recuperação dos solos na área de entorno da Unidade de Conservação.

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

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

Visto que a vegetação da RPPN Sete de Outubro foi suprimida e degradada há muitos anos por pastagens e plantios, há 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, quanto 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 RPPN, 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.

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 integram 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 9 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; (S5) Perda das relações topofílicas.

Objetivo da Medida

Recuperar áreas de nascentes e APPs as quais se encontram degradadas a fim de melhorar a qualidade da água dos afluentes do Rio Doce e recuperar a biodiversidade local. Dentre as espécies de plantas nativas que serão utilizadas nesse projeto, destaca-se o palmito juçara (*Euterpe edulis* Mart.) o qual servirá como importante fonte de alimento e atrativo para diversas espécies de aves e mamíferos, algumas das quais ameaçadas de extinção, que dispersam sementes através e entre os fragmentos florestais, aumentando a diversidade local, além da capacidade de regeneração e manutenção de cada fragmento individualmente

Prioridade

Esta é uma medida que se relaciona com onze impactos identificados para os 3 meios analisados (físico, biótico e socioeconômico), dentre eles cinco com alta significância. Além disso, tem o potencial de reparação de impactos acumulados, devido ao histórico de degradação local. Tendo isso em mente, a classificamos como de **alta prioridade**, com necessidade de implementação imediata.

Extensão

O projeto 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

Refere-se aos impactos: (S2) Desalento pela perda de produção agropecuária e/ou piscicultura em 2015; (S5) Perda das relações topofílicas. Sua importância está em 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. Além disso, a possibilidade de geração de renda em atividade de restauração e conservação, possibilita uma relação mais próxima com a natureza e com a UC.

Objetivo da Medida

Recuperar áreas de nascentes e APPs as quais se encontram degradadas a fim de melhorar a qualidade da água dos afluentes do Rio Doce e recuperar a biodiversidade local. Dentre as espécies de plantas nativas que serão utilizadas nesse projeto, destaca-se o palmito juçara (*Euterpe edulis* Mart.) o qual servirá como importante fonte de alimento e atrativo para diversas espécies de aves e mamíferos, algumas das quais ameaçadas de extinção, que dispersam sementes através e entre os fragmentos florestais, aumentando a diversidade local, além da capacidade de regeneração e manutenção de cada fragmento individualmente

Prioridade

Esta é uma medida que se relaciona com 9 impactos identificados para os 3 meios analisados (físico, biótico e socioeconômico) e que além disso tem o potencial de reparação de impactos acumulados, devido ao histórico de degradação local. Tendo isso em mente a classificamos como de **alta prioridade, com implementação imediata**.

Extensão

O projeto será aplicado na UC e na sua ZA.

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: (S2) Desalento pela perda de produção agropecuária e/ou piscicultura em 2015; (S5) Perda das relações topofilicas. 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, além de possibilitar o estabelecimento de atividades econômicas rentáveis e de baixo impacto para o entorno da UC.

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 2 impactos, um de média significância e um de baixa, tem-se como de **média prioridade**, apesar de seus resultados apresentarem o potencial de interferir diretamente na melhoria da qualidade ambiental da UC.

Extensão

O projeto será aplicado na UC e na sua ZA.

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: (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; (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); (S4) Perda de fonte de abastecimento de água/ perda de acesso a água; (S5) Perda das relações topofílicas.

Um modelo de conservação bastante defendido no meio científico, é o modelo de unidades de conservação conectadas por corredores ecológicos, os quais formariam uma rede de habitats que possibilitariam 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 se considerarmos 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

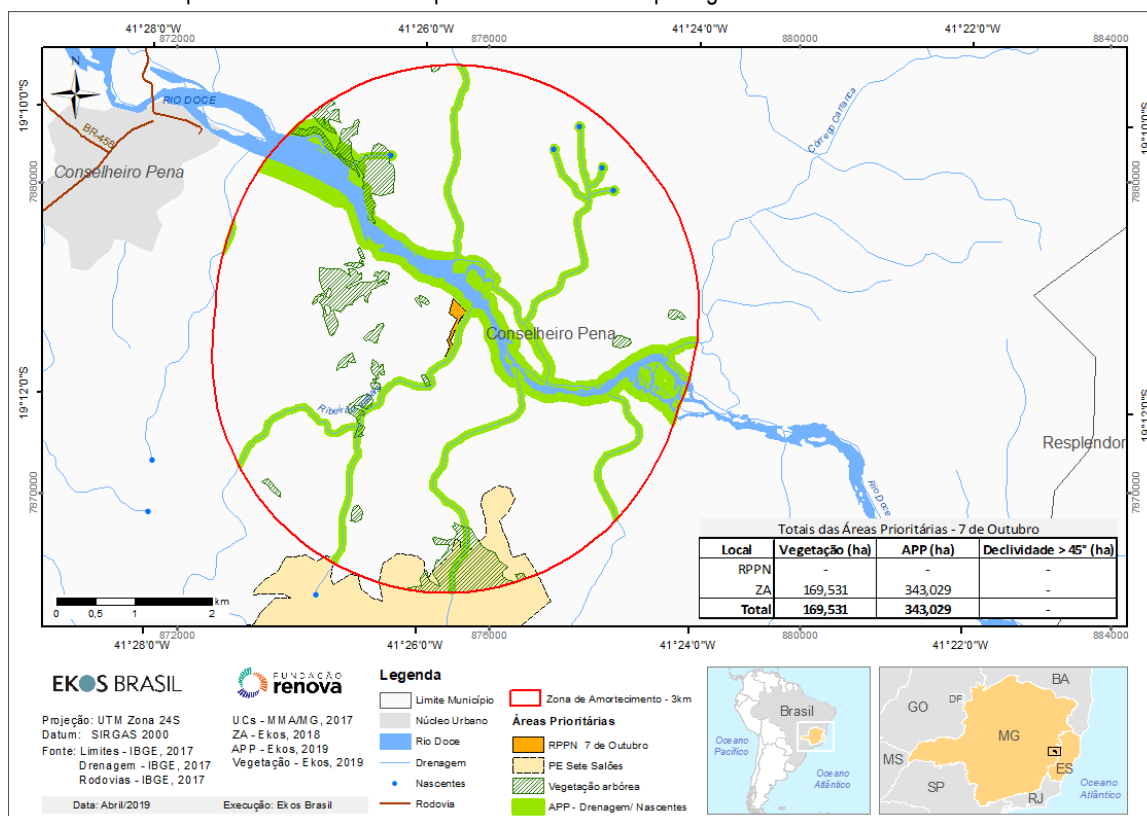
Considerando que se trata de uma unidade de conservação pequena, mas muito próxima ao rio Doce e ligada ao PE Sete Salões por um riacho de cabeceira, sem mata ciliar, intervenções pontuais visando a conectividade, tem um potencial enorme de contribuir no incremento de qualidade ambiental não só da UC e sua ZA, mas da região na qual esta se localiza. Além disso, ela mitiga oito impactos, sendo quatro deles de alta significância. Por conta disso, esta foi considerada uma medida de **alta prioridade**, com implementação imediata.

Extensão

ZA e região da UC, além do levantamento realizado e mapeado como “Áreas Prioritárias”, segundo pode ser visualizado no Mapa 17.

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 17 - Áreas Prioritárias para conectividade da paisagem da RPPN Sete de Outubro



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, ou fornecimento de estrutura e condições adequadas, para a recolonização natural, 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 e tributários na UC e ZA, através de programa de conscientização, incentivo de pesca direcionada e fiscalização;
- Introdução de elementos estruturantes naturais ou artificiais com o objetivo de garantir a heterogeneidade necessária para a manutenção de meso e micro-habitats aquáticos. para surgimento de novos habitats (peixes);
- Pesquisas para avaliar a necessidade e viabilidade de programas de reintrodução de espécies sensíveis e endêmicas de peixes;
- 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 e tributários na UC e ZA, através de programa de conscientização, incentivo de pesca direcionada e fiscalização

Importância da Medida

Essa medida se refere aos impactos: (B1) Aumento da mortalidade e redução dos tamanhos populacionais (herpetofauna e 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 respeito da introdução de espécies e no trato com espécies 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 3 impactos de significância alta e, apesar de não ocorrer dentro da UC, foi considerada de **prioridade alta**.

Extensão

Aplicação prevista apenas para a 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

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.

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).

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

Aplicação prevista para UC e 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.

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

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.

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.

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. Tendo em vista a necessidade potencial, esta medida foi considerado de **prioridade média**, mesmo se relacionando a 3 impactos de significância alta.

Extensão

Aplicação prevista para a ZA e UC.

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 Expansão do programa de monitoramento da ictiofauna para os tributários do Rio Doce

Importância da Medida

Um dos principais gargalos 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.

Essa medida se refere aos impactos: (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.

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 3 impactos 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

Aplicação prevista para a ZA e UC.

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

- Implantação de roteiros ecoturísticos adequados a cada UC
- Capacitação de monitores em técnicas de interpretação ambiental e redução de impactos da visitação

8.5.1 Medida 1 Implantação de roteiros ecoturísticos adequados a cada UC

Importância da Medida

A medida se relaciona com os impactos (S1) Perda de espaço de sociabilidade, de lazer e comprometimento da prática de esportes náuticos e o (S5) Perda das relações topofílicas. Trata-se de um grande desafio que é permitir que a população dos municípios voltem a usar a área do rio e sua calha (zona de amortecimento) com práticas de lazer, turismo, recreação e educação ambiental. Avalia-se que o roteiro pode ser integrado ao Parque Estadual Sete Salões, em cuja zona de amortecimento se localiza a RPPN.

Objetivo da Medida

Incentivar o uso e ocupação pela população de ambientes recuperados das margens do rio Doce e inserir a RPPN no contexto da conservação regional.

Prioridade

A medida tem prioridade **Baixa**, pois tem baixa relação com a integridade da UC, mitiga impactos de baixa e média significância e pode ser implementada no longo prazo.

Extensão

RPPN e sua área de entorno. Dada a localização da RPPN Sete de Outubro na zona de amortecimento do PE Sete Salões, propõe-se que a medida seja feita em conjunto com aquela unidade de conservação.

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 17: Retomada das Atividades Agropecuárias, mais especificamente aos Projetos:

- Projeto de Agregação de Valor e Comercialização

8.5.2 Medida 2 Capacitação de monitores em técnicas de interpretação ambiental e redução de impactos da visitação

Importância da Medida

Essa medida se relaciona com o impacto (SE1) Perda de espaço de sociabilidade, de lazer e comprometimento da prática de esportes náuticos. Sugere-se a contratação de moradores, notadamente os jovens, das áreas do entorno da UC para serem capacitados sobre os princípios da interpretação ambiental, considerando as atividades voltadas ao público. O Ministério do Turismo do Brasil definiu a Interpretação Ambiental como

Uma maneira de representar a linguagem da natureza, os processos naturais, a inter-relação entre homem e a natureza, de maneira que os visitantes possam compreender e valorizar o ambiente e a cultura local (BRASIL, 2006).

Ham (1992) apresenta algumas características para a estruturação de um roteiro de interpretação ambiental. Para ele, a interpretação ambiental deve ser:

Amena: Apesar do entretenimento não ser a principal meta da interpretação, é uma de suas qualidades essenciais, no sentido de manter a atenção do visitante. O que se sobressai em toda interpretação excitante é ser informal e não formal como em sala de aula¹¹.

Pertinente: A informação tem significado e é personalizada. Sendo significativa, temos capacidade de relacioná-la com o contexto que conhecemos assim também sendo personalizada encontrando uma forma de vincular a informação transmitida com algo que o visitante conhece bem, ou com algo pelo qual se interessem.

Organizada: as ideias apresentadas dentro de um roteiro interpretativo devem seguir uma sequência lógica de pensamento. Como resultado, a informação apresentada é muito mais fácil de seguir, sendo possível apresentá-la em categorias, e por consequência, não parecer tão volumosa.

Temática: A interpretação deve ter um tema como ponto principal. Os temas ajudam os intérpretes a selecionar dentro da riqueza de seu conhecimento os poucos eixos e conceitos que colocarão em sua apresentação.

Adaptado de Ham (1992, pp 10-35).

Objetivo da Medida

Envolver moradores do entorno para sensibilizar população usuária das margens do rio em suas práticas de lazer.

Prioridade

A medida tem prioridade Baixa, pois tem baixa relação com a integridade da UC, mitiga impactos de baixa e média significância e pode ser implementada no longo prazo..

Extensão

Toda zona de amortecimento da UC. Dada a localização da RPPN Sete de Outubro na Zona de Amortecimento do PE Sete Salões, propõe-se que a medida seja feita em conjunto com aquela Unidade de Conservação.

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.

¹¹ Contudo, deve-se destacar que ser “amena” não deve ser confundido com ser “acrítica”.

Programa 17: Retomada das Atividades Agropecuárias, mais especificamente aos Projetos:

- Projeto de Agregação de Valor e Comercialização.

9. 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>. 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.

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.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1994. NBR 6492: representação de projetos de arquitetura. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1987. NBR 10068/87: folha de desenho – leiaute e dimensões. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999. NBR 13142/99: dobramento e cópia. Rio de Janeiro.

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO DO BRASIL. PNUD/Fundação João Pinheiro/IPEA. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/>. Acesso em 22 nov 2018.

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.*

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

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.

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, vol 3, Relatório Final. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte, Brazil.

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). Rem: Rev. Esc. Minas, v. 57, n. 1, p. 45-51, 2004.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). 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.

BRANDT MEIO AMBIENTE. Estudo de Impacto Ambiental (EIA). Barragem de Rejeito do Fundão. Nova Lima. 2005, p. 289.

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.

BURMEISTER, K. H. C. 1856. Systematische Uebersicht der Thiere Brasiliens, welche während einer Reise durch die Provinzen von Rio de Janeiro und Minas Geraës 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

CARMO, Roberto Luiz. MARQUES, César. MIRANDA, Zoraide Amarante Itapura. Dinâmica demográfica, economia e ambiente na zona costeira de São Paulo. Campinas: Núcleo de Estudos de População / Unicamp, 2012.

CARVAJAL, Maria Alejandra Martin Ez. Ecotourists: profile and implications for the marketing strategy. Masters of Management Sciences - Université Du Québec à Montreal (Canada), august 2013, 272p

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>.

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.

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.

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>. Acesso em 05 de 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.

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>. 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. Acesso em: 2 de novembro de 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>. 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., Bérnills, R.S. 2018. Répteis do Brasil e suas Unidades Federativas. *Herpetologia Brasileira* 7: 11-57.

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.

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: GUERRA, A. T.; CUNHA, S. B. (Org.). Geomorfologia: Uma atualização de Bases e Conceitos. 7ªed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007, p. 211-252.

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.

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.

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.

ECOLOGY & ENVIRONMENT DO BRASIL. 2018. Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos. Relatório Parcial. Junho de 2018.

EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE. Satélites de Monitoramento. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2013. Disponível em: <<http://www.sat.cnpm.embrapa.br>>.

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.

ELETROBRAS . 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.

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.

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.

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.

FROST, D. R. 2018. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0. Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA. Acessado em 18 de novembro de 2018.

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 JOÃO PINHEIRO. Centro de Estatística e Informações. Perfil demográfico do Estado de Minas Gerais - 2002. – Belo Horizonte, 2003.

FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO. Portal. Disponível em: <http://www.funai.gov.br/index.php/indios-no-brasil/terras-indigenas>. Acesso: 08 Out. 2018.

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 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.

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.

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 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.

_____. 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.

_____. 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, 20016A, 2016b.

_____. 2018. Avaliação dos Resultados de Qualidade de Água e Sedimento do Rio Doce – Atualização de Fevereiro de 2018. Relatório Técnico RT-055_159-515-2282_01-J.

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- G006900-G-1RT036.

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.

GOUNELLE, E. 1909. Contribution à l'étude de la distribution géographique des trochilidés dans le Brésil central et oriental. Ornis 13: 173–183.

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).

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.

GROSSI SAD, J. H. Geoquímica e origem da formação Ferrífera do Grupo Guanhões, distrito de Guanhões, MG, Brasil. In: CONG. BRAS. GEOL., 36, 1990. Natal. Anais... Natal: SBGNE, 1990, v. 3, p. 1241-1253.

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. Laudo Técnico Preliminar: Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da Barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais. Brasília, 2015.

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. Acesso: 23 nov. 2018.

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.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL – IPHAN. Portal. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/mg/pagina/detalhes/1319>. Acesso em: 16 de out 2018.

INSTITUTOS LACTEC. Diagnóstico Socioambiental do Rio Doce – Relatório de Linha-Base. Curitiba, 2017.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). Plano de Manejo da Floresta Nacional de Goytacazes: Resumo Executivo. Vitória (ES): RHEA Estudos e Projetos, 2013, 49p.

_____. Plano de Manejo da Floresta Nacional de Goytacazes: Volume I, Diagnóstico. Vitória (ES): RHEA Estudos e Projetos, 2013a, 223p.

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.

ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2013. Plano de Manejo da Floresta Nacional de Goytacazes, Espírito Santo. 202 p.

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/portal/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.

IGAM – INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. 2018. <http://www.igam.mg.gov.br/>.

ILHA, P. & L. SCHIESARI. 2014. Lethal and sublethal effects of inorganic nitrogen on gladiator frog tadpoles (*Hypsiboas faber*, Hylidae). Copeia 2014: 221-230.

IHERING, VON H. 1911. Os botocudos do Rio Doce. Revista do Museu Paulista 8: 38–51.

IUCN. 2018. The IUCN Disponível em: <http://www.birdlife.net/datazone/downloads/red_list.txt>. Acesso em: 19 de julho de 2018.

IUCN 2018. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2018-2. <http://www.iucnredlist.org>. Downloaded on 14 November 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.

MDGEO. Estudo Hidrogeológico: mapa potenciométrico da região de Linhares/ES. Proj. MDGEO - contrato Fund. RENOVA no 4500170624, nov. 2016.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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, L.B, Feio, R.N. 1999a. *Hyla anceps*. Geographic distribution. Herpetological Review 30(1), 49–50.

NASCIMENTO, L.B, Feio, R.N. 1999. *Hyla elegans*. Geopgraphic Distribution. Herpetological Review 30: 50.

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.

NAUMBURG, E.M.B. 1935. Gazetteer and maps showing collecting stations visited by Emil Kaempfer in eastern Brazil and Paraguay. Bulletin of the American Museum of Natural History, 58:449-469.

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

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.

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.

PAYNTER, R.A., Jr. & Traylor, M.A., Jr. 1991. Ornithological gazetteer of Brazil, 2 vols. Museum of Comparative Zoology, Cambridge, USA.

PAULY, D. Anecdotes and the shifting baseline syndrome of fisheries. *TREE*, vol 10, no 10, p. 430. 1995.

PATTON, J. L.; U. F. J. Pardiñas & G. D'Elia. 2015. Mammals of South America, volume 2: Rodents. University of Chicago Press, 2015.

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).

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, 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. 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.

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 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.

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

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.

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.

REZENDE, M.A. & VASCONCELOS, M.F. 2017. Catálogo dos exemplares da avifauna de Minas Gerais depositados no American Museum of Natural History (AMNH), destacando ocorrências históricas de algumas espécies raras e preenchendo lacunas de distribuição. *Atualidades Ornitológicas On-line*, 197:33-57.

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.

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.

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.

RUSCHI, A. 1951. Trochilídeos no Museu Nacional. Bol. Mus. Biol. Mello-Leitão, Biol., no. 10.

RUGG, DEAN S. *Spatial foundations of urbanism*. Dubuque, Iowa (USA): WM C. Brown Company Publishers, 1972.

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/UFGM, v. 24, p. 63-103, 2015.

SÁNCHEZ, L. E. Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos. São Paulo: Ed. Oficina de Textos, 2013.

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.

SANTOLIN, C.V.A., V.S.T. CIMINELLI, 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.

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.

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.

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.

SIMON, J.E. & LIMA, S.R. 2004. Primeiro registro documentado de *Anhima cornuta* (Linnaeus, 1766) (Anseriformes: Anhimidae) para o estado do Espírito Santo, Brasil. *Ararajuba*, 12:151-152.

SOS Mata Atlântica, 2018. <https://www.sosma.org.br/projeto/atlas-da-mata-atlantica/dados-mais-recentes/>. Acesso em novembro de 2018.

SOUZA, L.M.I. 2009. *Plano de Manejo da RPPN Fazenda Bulcão - Aimorés/MG*. Instituto Terra, Aimorés, Brazil.

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, 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.

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.

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.

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.

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.

UICN. 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. National recommended water quality criteria. Available from: <http://www.epa.gov/waterscience/criteria/wqcriteria.html>.

US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). 2006. Data quality assessment. Statistical methods for practitioners. EPA QA/G-9S.

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.

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.

WETZEL R.G., 2001. Limnology. Springer.

WETZEL, RG., & G.E. Likens. 2000. Limnological analyses. Springer.

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.