



FUNDAÇÃO  
**renova**

**ALTERNATIVA DE ATENDIMENTO À DELIBERAÇÃO CIF Nº 212/2018**

**Março/2019**

**ALTERNATIVA DE ATENDIMENTO À DELIBERAÇÃO CIF Nº 212/2018**

**LEVANTAMENTO DE ESTUDOS**

## RESUMO

Neste documento é reapresentada uma estratégia metodológica para cumprimento da Cláusula 165 do TTAC, apenas para a porção mineira do Rio Doce, como alternativa de atendimento à Deliberação nº 212 do Comitê Interfederativo (CIF), de 28 de setembro de 2018. Este documento apresenta os principais dados e informações que são levantados pela Fundação Renova durante a execução de seus diversos programas, além do levantamento de projetos de pesquisa independentes que são realizados na região de interesse, que poderão subsidiar a construção de análises em resposta a questões relacionadas ao impacto sofrido pelo meio ambiente em decorrência do rompimento da barragem de Fundão, servindo assim de base para os estudos que serão implantados pela FAPEMIG através da Chamada nº 10/2018 “Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação para Monitoramento da Biodiversidade de Ambientes Aquáticos de Minas Gerais em Áreas Impactadas pelo Rompimento da Barragem de Fundão - Mariana - MG - FAPEMIG/FUNDAÇÃO RENOVA”. A estratégia aqui apresentada se baseia na análise integrada de dados e informações hoje produzidos por diferentes programas e projetos em substituição à coleta de dados primários demandada pela referida Deliberação, com o objetivo de fornecer um cenário atualizado da situação ambiental da porção mineira do rio Doce até que sejam iniciados os projetos a serem selecionados pela Chamada FAPEMIG.

Palavras-chave: biodiversidade aquática, rio Doce, ambientes dulcícolas, análises, monitoramento.

---

**EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL POR ESTE PLANO DE TRABALHO**

---

<b>Profissional</b>	<b>Formação, Cargo/Função</b>	<b>Atividades</b>
Bruno Vergueiro Silva Pimenta	Biólogo, Doutor em Zoologia, Líder de Programas Socioambientais	Elaboração do Levantamento
Laila Carine Campos Medeiros	Bióloga, Doutora em Ecologia de Ecossistemas, Analista de Programas Socioambientais	Elaboração do Levantamento
Sara Juarez Sales	Engenheira Agrônoma, Gerente Executiva de Programas Socioambientais	Coordenação do Levantamento

---

## SUMÁRIO

<b>1. SUMÁRIO EXECUTIVO.....</b>	<b>6</b>
<b>2. APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>3. PREMISSAS.....</b>	<b>9</b>
<b>3.1 Prazos e Produtos .....</b>	<b>9</b>
<b>3.2 Recebimento, Armazenamento e Distribuição dos Dados .....</b>	<b>10</b>
<b>4. DESCRIÇÃO DO PLANO DE TRABALHO .....</b>	<b>12</b>
<b>4.1 Item 1 - Monitoramento ecotoxicológico em regiões dulcícolas de Minas Gerais. ....</b>	<b>12</b>
<b>4.1.1 Objetivos .....</b>	<b>12</b>
<b>4.1.2 Estudos correspondentes Renova .....</b>	<b>12</b>
<b>4.1.2 Estudos correspondentes independentes .....</b>	<b>26</b>
<b>4.2 Item 2 - Monitoramento de processos ecológicos da biota aquática .....</b>	<b>28</b>
<b>4.2.1 Objetivo .....</b>	<b>28</b>
<b>4.2.2 Estudos correspondentes Renova .....</b>	<b>28</b>
<b>4.2.3 Estudos correspondentes independentes .....</b>	<b>31</b>
<b>4.3 Item 3 - Monitoramento da qualidade da água e sedimento.....</b>	<b>34</b>
<b>4.3.1 Objetivo .....</b>	<b>34</b>
<b>4.3.2 Estudos correspondentes Renova .....</b>	<b>34</b>
<b>4.4 Item 4 - Avaliação de processos biogeoquímicos aquáticos, dinâmica do sedimento e hidrogeomorfologia .....</b>	<b>35</b>
<b>4.4.1 Objetivo .....</b>	<b>35</b>
<b>4.4.2 Estudos correspondentes Renova .....</b>	<b>35</b>
<b>4.5 Item 5 - Ecossistemas ripários e suas relações com os ecossistemas aquáticos .....</b>	<b>36</b>
<b>4.5.1 Estudos correspondentes independentes .....</b>	<b>36</b>
<b>5. CRONOGRAMA .....</b>	<b>38</b>
<b>6. ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA .....</b>	<b>41</b>

## 1. SUMÁRIO EXECUTIVO

O documento foi produzido pela FUNDAÇÃO RENOVA como alternativa de atendimento à Deliberação nº 212 do Comitê Interfederativo (CIF), de 28 de setembro de 2018, com o objetivo de apresentar uma estratégia metodológica que contemple a utilização dos dados e informações que são levantados pela Renova durante a execução de seus diversos Programas e também o aproveitamento e valorização dos diversos projetos de pesquisa independentes executados na região. A integração destes dados e informações servirão para construção de uma análise de monitoramento da Biodiversidade Aquática no estado de Minas Gerais, propósito da Cláusula 165 do Termo de Transação e de Ajustamento de Conduta – TTAC.

A referida Deliberação determina que a FUNDAÇÃO RENOVA mobilize imediatamente a Rede Rio Doce Mar (RRDM) para executar o monitoramento previsto na Cláusula 165 do TTAC no território do Estado de Minas Gerais e apresente um Plano de Trabalho para estes estudos, sem prejuízo aos estudos já iniciados na porção do baixo rio Doce e zona costeira. Este arranjo deve perdurar até que se tenha o pleno atendimento da Deliberação nº 113, de 26 de setembro de 2017, que determina à FUNDAÇÃO RENOVA que execute os estudos previstos na Cláusula 165 em Minas Gerais por meio de pesquisas científicas independentes a serem selecionadas por ampla concorrência arbitrada por pares, por meio da publicação de chamada para pesquisas conduzida pela Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG).

Sendo assim, com o intuito de eliminar a necessidade de coleta de dados primários em campo, evitando sobreposições e conflito dos dados gerados por diferentes pesquisas e eventuais impactos associados a esta ação, como a sobreexploração de determinados grupos da fauna e flora aquáticas já impactadas pelo rompimento da barragem de Fundão, e trazer maior eficiência aos processos e estudos conduzidos ao otimizar as informações já levantadas, a FUNDAÇÃO RENOVA apresentou em novembro de 2018 um Plano de Trabalho que descreveu os principais projetos por ela desenvolvidos até aquele momento no território mineiro, finalizados ou em execução, que poderiam fornecer dados e informações para construção de uma análise integrada e oferecer um cenário atualizado da situação ambiental desta porção da bacia, que possa ser

utilizado como base para as pesquisas a serem desenvolvidas no âmbito da Chamada FAPEMIG.

Esta entrega provocou discussões que deram origem à Nota Técnica 20/2018 CTBIO, que alinhou as estratégias apresentadas e determinou que se tomassem as medidas administrativas necessárias junto à RRDM para início da execução das atividades de monitoramento em campo em 60 dias, de forma a se garantir as campanhas de coleta do período chuvoso 2018/2019. Sendo assim, a FUNDAÇÃO RENOVA deu continuidade às tratativas de negociação com a RRDM que estão registradas no ofício NII.022019.5324, de 5 de fevereiro de 2019. Este ofício também teve o objetivo de informar a inexecutabilidade do solicitado e apresentar uma nova estratégia possível de ser executada.

Sem conhecimento de que a estratégia apresentada no ofício NII.022019.5324, de substituição da mobilização da RRDM em Minas Gerais pelo apoio a projetos de pesquisa independentes, tivesse sido apreciada pelo CIF ou CTBio, a FUNDAÇÃO RENOVA recebe em 28 de fevereiro a Notificação nº 1/2019-CIF/GABIN, cobrando medidas necessárias para o cumprimento da referida Deliberação 212 do CIF, bem como apresentar justificativa acerca das providências a serem implementadas para o cumprimento das devidas obrigações, no prazo de 20 (vinte) dias corridos.

A notificação nº 1/2019-CIF/GABIN foi interpretada como uma negativa à proposta apresentada. No entanto, na 32ª Reunião Ordinária da Câmara Técnica de Conservação da Biodiversidade (CT-BIO/CIF), realizada em 13 de março de 2019, a FUNDAÇÃO RENOVA foi questionada a respeito da evolução nas tratativas de parceria e fomento às pesquisas identificadas e se comprometeu a retomar a estratégia de levantamento. No dia 15 de março, após reunião com representantes da CT-BIO/CIF pactuou o compromisso de apresentar o presente documento contendo todas as informações e entregas mapeadas até o momento relacionadas a região de interesse.

## 2. APRESENTAÇÃO

Neste documento são descritos, de forma resumida, os principais dados e informações que são levantados pela FUNDAÇÃO RENOVA durante a execução de seus diversos Programas, além de apresentar o levantamento de projetos de pesquisa independentes que são realizados na região de interesse e que poderão subsidiar a construção de uma análise de monitoramento da Biodiversidade Aquática, propósito da Cláusula 165 do Termo de Transação e de Ajustamento de Conduta – TTAC.

Como forma de facilitar a apresentação das informações levantadas até o momento, este Plano de Trabalho segue o ordenamento visto a seguir:

- a) Item 1 – Monitoramento ecotoxicológico em regiões dulcícolas de Minas Gerais.
- b) Item 2 – Monitoramento de processos ecológicos da biota aquática.
- c) Item 3 – Monitoramento da qualidade da água e sedimento.
- d) Item 4 – Avaliação de processos biogeoquímicos aquáticos, dinâmica do sedimento e hidrogeomorfologia.
- e) Item 5 – Ecossistemas ripários e suas relações com os ecossistemas aquáticos.
- f) Cronograma de Execução.

Cada item apresentado é composto de “Estudos Correspondentes Renova”, onde são listados os principais estudos conduzido pela Fundação Renova e seus parceiros e “Estudos Correspondentes Independentes” onde são listadas as iniciativas de grupos de pesquisas identificados através de consultas junto a FAPEMIG, CAPES, CNPQ, FAPESP e indagação direta a pesquisadores. O levantamento de iniciativas independentes é uma tarefa constante que contribui de forma crescente para este inventário, o tornando mais robusto ao longo do tempo.

A análise das informações proposta neste documento tem a expectativa de duração necessária até o início das pesquisas científicas selecionadas pela Chamada da FAPEMIG, conforme determinado pela Deliberação CIF nº 212.

### **3. PREMISSAS**

Nesta estratégia de atendimento à Deliberação 212 a principal premissa é o aproveitamento do esforço e recursos já destinados à coleta de dados primários por outros Programas da FUNDAÇÃO RENOVA, e ainda reunir, valorizar e fomentar projetos de pesquisa em atividade na região, otimizando o início das análises integradas dos dados disponíveis ou em levantamento.

É constatação recorrente nas discussões técnicas em diversos fóruns do Sistema CIF a necessidade do olhar integrado sobre a bacia e seus processos, de maneira a se obterem respostas assertivas sobre a magnitude e abrangência dos impactos e da recuperação já ocorrida em função das ações de reparação implantadas ou em curso e dos próprios mecanismos naturais. Iniciativas de integração são prementes e buscadas pela FUNDAÇÃO RENOVA para a melhoria contínua de seus projetos. Esta proposta, portanto, vem ao encontro desta necessidade, visando dar celeridade ao início destas análises e auxiliar no desenvolvimento de ações eficientes de reparação e de acompanhamento.

Desta forma, pretende-se evitar mais sobreposições das ações de diferentes programas, a redundância ou conflito de informações e os eventuais efeitos negativos associados à coleta de organismos cujas populações podem ter sido debilitadas pelo rompimento da barragem de Fundão, otimizando as informações já levantadas e trazendo maior eficiência aos processos e estudos conduzidos.

#### **3.1 Prazos e Produtos**

Conforme preâmbulo da Deliberação CIF nº 212, esta ação pretende perdurar “*até que o acordo com a FAPEMIG seja efetivamente viabilizado*”. Conforme publicado pela FAPEMIG, os prazos estão organizados da seguinte maneira:

ETAPA	PRAZO
Submissão das Propostas	28/02/2019 (concluído)
Divulgação dos Resultados	03/05/2019
Interposição de Recurso	13/05/2019
Homologação	Até 3 dias corridos da data de encerramento da Interposição de Recursos ou, em caso de interposição, da data de divulgação do Julgamento dos Recursos.

Fonte: [https://fapemig.br/media/Chamada\\_10-2018\\_-\\_Aviso\\_Dilação\\_de\\_Prazos.pdf](https://fapemig.br/media/Chamada_10-2018_-_Aviso_Dilação_de_Prazos.pdf).

Além dos prazos expostos acima, deve se considerar ao menos outros 30 dias para que sejam celebrados os convênios entre a Fundação Renova e os vencedores e entre 30 e 60 dias para mobilização das equipes (contratação de pessoal, compra de materiais e equipamentos, etc.).

Dessa forma, as atividades de campo no âmbito da Chamada FAPEMIG têm início previsto para agosto/2019. Caso isto se concretize, as equipes de pesquisa iniciarão suas atividades no meio da estação seca de 2019.

É importante lembrar que, na estratégia aqui apresentada, a eliminação da necessidade de coleta de dados primários em campo se aproveita do esforço e recursos já destinados para estas atividades, otimizando as informações já levantadas e trazendo maior eficiência aos processos e estudos conduzidos. O prazo de início dos projetos junto à FAPEMIG não causará nenhum impacto sobre o início da coleta de dados dos projetos aqui apresentados, pois algumas destas atividades já foram concluídas e a maioria delas está em pleno andamento de forma independente. Dessa maneira, não há perda de informação para o período chuvoso 2018/2019 e período seco subsequente.

### **3.2 Recebimento, Armazenamento e Distribuição dos Dados**

A FUNDAÇÃO RENOVA será responsável por otimizar o acesso dos pesquisadores aos dados brutos de todas as análises realizadas no âmbito de sua atuação. Após os processos de validação

e aprovação estipulados pelas Câmaras Técnicas para cada Programa, os dados brutos serão armazenados e disponibilizados pela FUNDAÇÃO RENOVA em um banco de dados aberto a ser elaborado em atendimento às diretrizes apresentadas pela CTBio e Câmara Técnica de Restauração Florestal e Produção de Água (CTFLOR). Até que esta etapa de desenvolvimento do Banco de Dados seja concluída, as informações geradas pelo Programa de Monitoramento serão disponibilizadas no sistema *WebGis* já em operação na FUNDAÇÃO RENOVA.

Os dados gerados serão entregues conforme periodicidade de coleta, análise e tabulação. No entanto, é reservado ao CIF e seus órgãos integrantes a prerrogativa de solicitá-los a qualquer momento, mediante pedido formal à FUNDAÇÃO RENOVA, qualquer que seja o estágio de desenvolvimento em que estiverem em planilhas Excel, csv ou outros formatos.

Os dados de ocorrência de espécies serão estruturados segundo versão mais recente do padrão Darwin Core. Os dados ecológicos, por sua vez, devem ser estruturados conforme versão mais recente do padrão Metacat.

Já os dados das pesquisas independentes serão acessados nas publicações e divulgações realizadas, através de solicitações aos pesquisadores responsáveis ou, ainda, por meio de mecanismos estabelecidos em acordos e parcerias que pretendem ser firmadas junto aos interessados.

## **4. DESCRIÇÃO DO PLANO DE TRABALHO**

### **4.1 Item 1 - Monitoramento ecotoxicológico em regiões dulcícolas de Minas Gerais.**

#### **4.1.1 Objetivos**

- a) Investigação dos efeitos causados pela exposição crônica e aguda ao sedimento e à água de regiões dulcícolas, através de testes de toxicidade em laboratório usando organismos como bioindicadores;
- b) Avaliação das concentrações de metais na água, sedimento e em organismos aquáticos;

#### **4.1.2 Estudos correspondentes Renova**

- **Programa de Monitoramento Quali-Quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos (PMQQS)**

Iniciado em agosto de 2017, em atendimento à Cláusula 177, este programa investiga e monitora a bacia do rio Doce, área estuarina, costeiras e marinha impactadas, totalizando 92 pontos por um período planejado de 10 anos. Este projeto contempla o monitoramento de água e sedimento da bacia do rio Doce, que inclui o rio Doce, seus tributários e lagoas adjacentes, entre os municípios de Mariana/MG até o município de Linhares/ES. Para a execução deste Plano de Trabalho serão considerados os 34 pontos listados abaixo no Quadro 1, correspondentes à malha do PMQQS no território do Estado de Minas Gerais.

**Quadro 1** - Pontos de amostragem do PMQQS em Minas Gerais, com municípios e coordenadas.

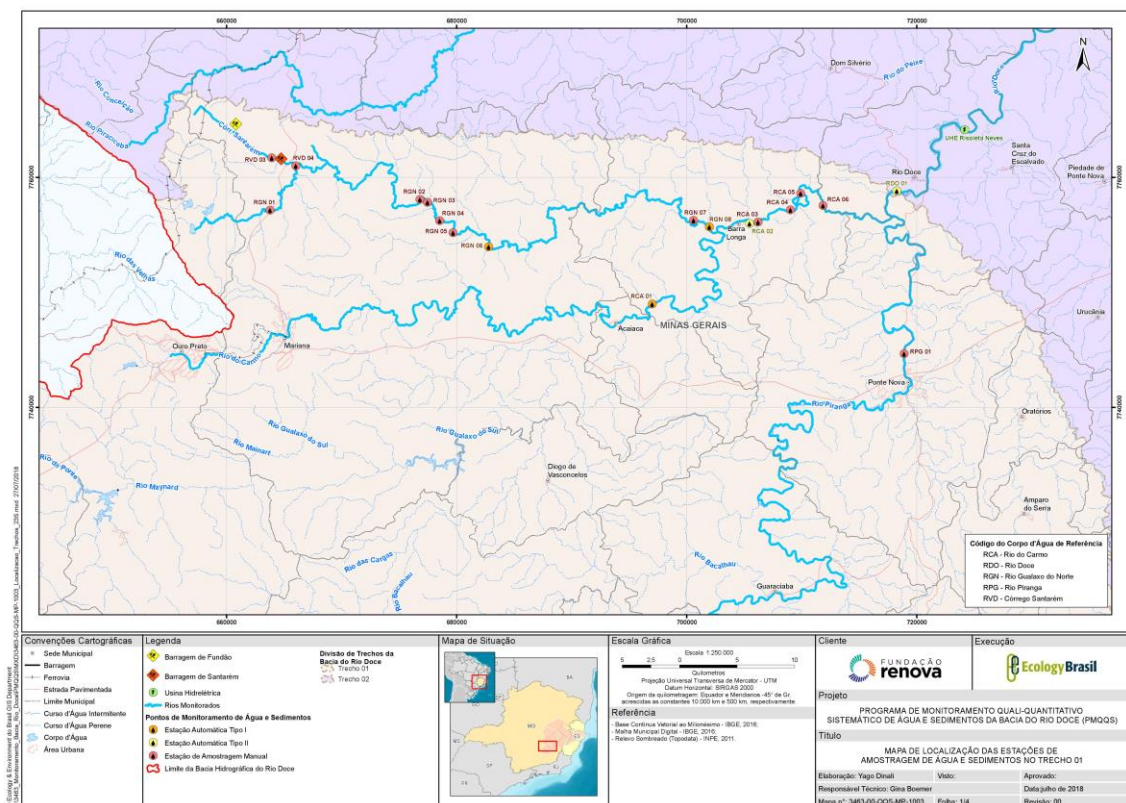
Curso d'água	Código	Município	Coordenadas (UTM)	
			X	Y
Córrego Santarém	RVD 03	Mariana/MG	663456	7757725
	RVD 04	Mariana/MG	676726	7740368
Rio Gualaxo do Norte	RGN 01	Mariana/MG	680726	7751178
	RGN 02	Mariana/MG	686789	7753748
	RGN 03	Mariana/MG	705510	7756015
	RGN 04	Mariana/MG	702789	7752789
	RGN 05	Mariana/MG	719936	7755237
	RGN 06	Mariana/MG	725209	7762375
Rio do Carmo	RCA 01	Acaiaca/MG	719321	7754218
Rio Gualaxo do Norte	RGN 07	Mariana/MG	716949	7748276
	RGN 08	Barra Longa/MG	709402	7733016
Rio do Carmo	RCA 02	Barra Longa/MG	712241	7726382
	RCA 03	Barra Longa/MG	735954	7785306
	RCA 04	Barra Longa/MG	741603	778221
Rio Piranga	RPG 01	Ponte Nova/MG	746180	776963
Rio Doce	RDO 01	Rio Doce/MG	766762	778912
	RDO 02	Rio Doce/MG	695031	7790889
	RDO 03	São Domingos do Prata/MG	734540	7830533
Rio Matipó	RMA 01	Raul Soares/MG	811137	7823169
Rio Doce	RDO 04	Bom Jesus do Galho/MG	820542	7822169
Rio Piracicaba	RPC 01	Mariana/MG	686314	7872562
	RPC 02	Mariana/MG	720389	7867433
	RPC 03	Timóteo/MG	70235	7559103
Rio Doce	RDO 05	Belo Oriente/MG	723275	7873428
Rio Santo Antônio	RSA 01	Naque/MG	779131	7871179
	RSA 01M	Belo Oriente/MG	782346	7868645
Rio Doce	RDO 06	Periquito/MG	214130	7907326
	RDO 07	Governador Valadares/MG	813772	7903426
	RDO 08	Governador Valadares/MG	186193	7947835
Rio Suaçui Grande	RSG 01	Governador Valadares/MG	800463	7963180
Rio Doce	RDO 09	Tumiritinga/MG	279361	7849572
	RDO 10	Resplendor/MG	282205	7844032
Rio Caratinga	RCR 01	Conselheiro Pena/MG	261287	7840064
Rio Manhuaçu	RMH 01	Aimorés/MG	249652	7838859

A extensão continental monitorada por todo o projeto PMQQS foi subdividida em 04 (quatro) trechos, separados entre si pelas UHEs Risoleta Neves, Baguari e Aimorés. Este Plano de Trabalho irá considerar três dos quatro trechos, localizados em Minas Gerais, conforme apresentado abaixo.

### Trecho 01 – Mina da Samarco até a UHE Risoleta Neves

Este primeiro trecho compreende a 18 pontos de amostragem, sendo quatro em trechos impactados pelo rompimento da barragem de Fundão, nove localizados nos rios Gualaxo do Norte e do Carmo, dois no córrego Santarém em vertedouros de barramentos e três pontos em áreas não afetadas (Figura 1).

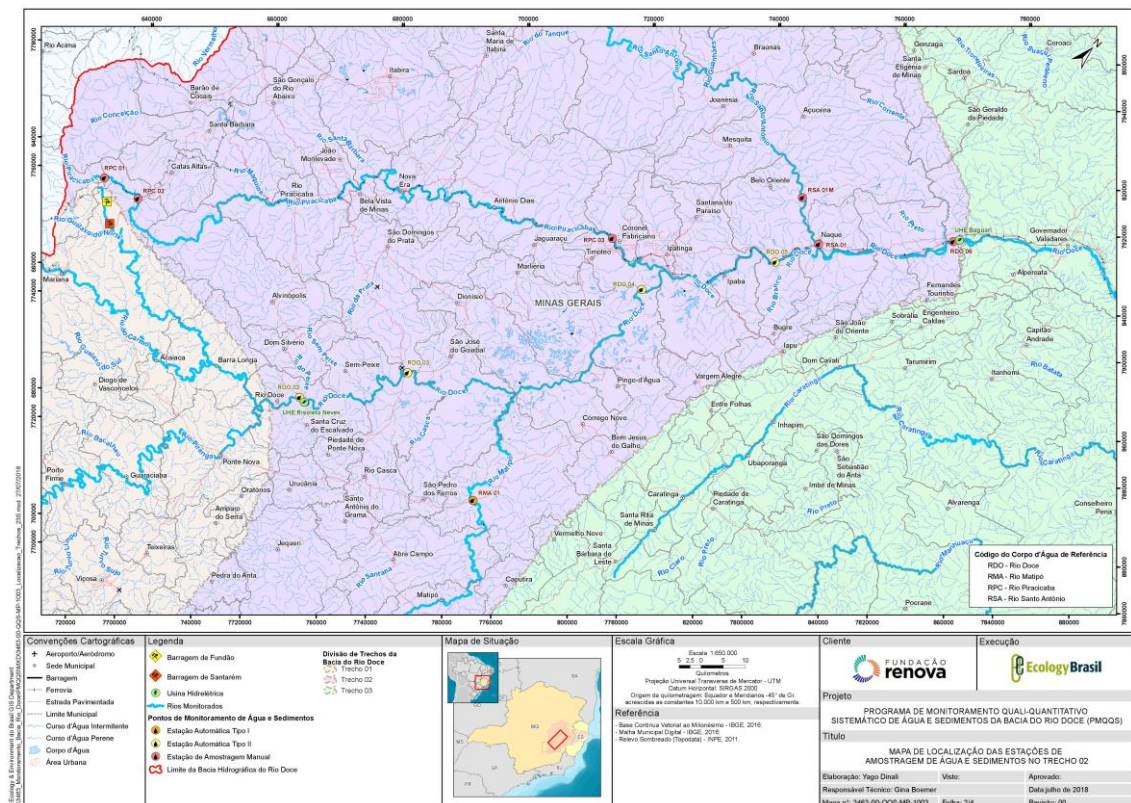
**Figura 1 - Mapa de Localização das Estações de Amostragem do PMQQS no Trecho 01.**



### Trecho 02 – UHE Risoleta Neves até UHE Baguari

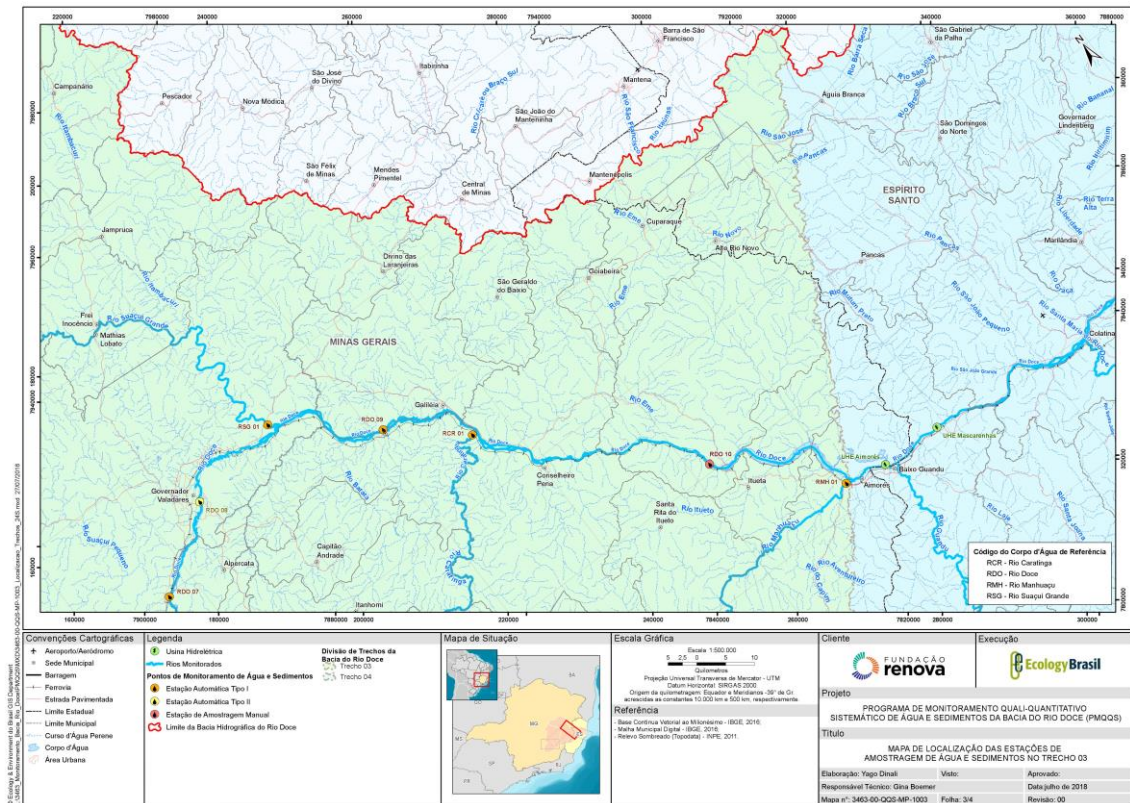
O segundo trecho possui 10 pontos de amostragem, sendo cinco em trechos impactados pelo rompimento da barragem de Fundão, três no rio Piracicaba e outros dois pontos em trechos não afetados (um no rio Matipó e um no rio Santo Antônio) (Figura 2).

**Figura 2 - Mapa de Localização das Estações de Amostragem do PMQQS no Trecho 02.**



### Trecho 03 – UHE Baguari até UHE Aimorés

O terceiro trecho é formado por sete pontos, sendo quatro em trechos impactados pelo rompimento da Barragem de Fundão e três em áreas não afetadas.

**Figura 3 - Mapa de Localização das Estações de Amostragem do PMQOS no Trecho 03.**


O Quadro 2 apresenta a frequência de amostragem para as estações de amostragem manual e automática (medição de parâmetros em tempo real).

**Quadro 2 - Frequência de amostragem para qualidade de água e sedimento no rio Doce e tributários.**

Locais de amostragem	Matriz	Parâmetros	Frequência de amostragem / medição
<b>Amostragem Manual de Qualidade de Água e Sedimento Manual</b>			
Locais de amostragem em rios: RGN 01, RGN 06, RGN 08, RCA 01, RCA 02, RPG 01, RDO 01, RDO 03, RMA 01, RDO 04, RPC 01, RPC 02, RPC 03, RDO 05, RSA 01, RDO 06,	Água superficial	Parâmetros físicos e químicos, hidrobiológicos e bacteriológicos	Mensal
		Ensaio Ecotoxicológicos	Trimestral

Locais de amostragem	Matriz	Parâmetros	Frequência de amostragem / medição
RDO 07, RDO 08, RSG 01, RDO 09, RCR 01, RDO 10 e RMH 01.	Sedimento	Parâmetros físicos e químicos	Trimestral
		Ensaio Ecotoxicológico	Trimestral
	Testemunho Sedimento	Parâmetros físicos e químicos, orgânicos e <sup>210</sup> Pb	Semestral (período seco e período chuvoso)
RVD 03, RVD 04, RGN 02, RGN 03, RGN 04, RGN 05, RGN 07, RCA 03, RCA 04, RCA 05 e RCA 06.		Ensaio Ecotoxicológico	Trimestral
Locais de amostragem em rios: RGN 01, RGN 02, RGN 03, RGN 04, RGN 05, RGN 06, RGN 07, RGN 08, RCA 01, RCA 02, RCA 03, RCA 04, RCA 05, RCA 06, RPG 01, RDO 01, RDO 03, RMA 01, RDO 04, RPC 02, RPC 03, RDO 05, RSA 01M, RDO 07, RSG 01, RDO 09, RCR 01 e RMH 01.	Água Superficial	Descarga Líquida	Mensal
Locais de amostragem em rios: RGN 08, RDO 01, RDO 03, RDO 06, RDO 07 e RDO 09.	Água Superficial	Material particulado em suspensão (descarga sólida, distribuição granulométrica, parâmetros físicos e químicos)	Trimestral
<b>Amostragem Biológica Manual</b>			
Locais de amostragem em rios: RGN 01, RGN 06, RGN 08, RCA 01, RCA 02, RPG 01, RDO 01, RDO 03, RMA 01, RDO 04, RPC 01, RPC 02, RPC 03, RDO 05, RSA 01, RDO 06, RDO 07, RDO 08, RSG 01, RDO 09, RCR 01, RDO 10, RMH 01	Sedimento	Macroinvertebrados bentônicos	Mensal
Locais de amostragem em rios: RGN 01, RDO 03 e RDO 04.	Substrato	Perifíton	Duas coletas no período chuvoso e duas no período seco
<b>Estações Automáticas</b>			
Locais de amostragem em rios: RGN 01, RGN 06, RCA 01, RGN 08, RMA 01 RDO 07, RSG 01, RDO 09, RCR 01 e RMH 01 (Estações TIPO I)	Água Superficial	Nível de Água e variáveis meteorológicas	Horária
Locais de amostragem em rios: RCA 02, RDO 01, RDO 02, RDO 03, RDO 04, RDO 05 e RDO 08 (Estações TIPO II)	Água Superficial	Nível de Água e parâmetros físicos e químicos e hidrobiológicos	Horária

Em atendimento ao objetivo “a” deste item (“investigação dos efeitos causados pela exposição crônica e aguda ao sedimento e à água de regiões dulcícolas, através de testes de toxicidade em laboratório usando organismos como bioindicadores”), serão consideradas para análise as coletas trimestrais em 34 pontos de MG, listados no Quadro 2, com as quais são realizados ensaios ecotoxicológicos em água e sedimento, conforme quadro abaixo:

**Quadro 3 - Ensaio ecotoxicológicos realizados no âmbito do PMQQS.**

<b>Matriz</b>	<b>Ensaio</b>	<b>Método</b>
Água - rio Doce	Toxicidade crônica - <i>Ceriodaphnia</i> spp.	ABNT NBR 13.373
	Toxicidade crônica – <i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	ABNT NBR 12.648
	Toxicidade aguda - <i>Daphnia</i> spp.	ABNT NBR 12.713
	Toxicidade aguda – <i>Danio rerio</i>	ABNT NBR 15.088
Sedimento	Toxicidade crônica - <i>Ceriodaphnia</i> spp.	ABNT NBR 13.373

Já para atender ao objetivo “b”, de avaliação das concentrações de metais na água e sedimento, são realizadas coletas em 23 pontos, com periodicidade mensal para água e trimestral para sedimento, para análise dos parâmetros listados nos Quadros 4 e 5. Além dos metais, são incluídos outros parâmetros que podem auxiliar no entendimento da dinâmica ecológica de alguns elementos ao longo do tempo.

**Quadro 4 - Parâmetros analisados em amostras de água no âmbito do PMQQS.**

<b>Parâmetros coletados <i>in situ</i></b>		
<b>Parâmetro</b>	<b>Unidade</b>	<b>Matriz</b>
Condutividade elétrica	µS.cm-1	Água
pH	-	Água e sedimento
Temperatura do ar	°C	-
Temperatura da água	°C	Água
Oxigênio dissolvido	mg.L-1	Água
Oxigênio dissolvido (saturação)	%	Água
Potencial redox	mV	Água e sedimento

Turbidez	UNT	Água
Salinidade	PSU	Água
Transparência de Secchi	m	Água
Parâmetros analisados em laboratório - Água		
Parâmetro	Unidade	
Sólidos totais	mg.L <sup>-1</sup>	
Sólidos dissolvidos totais	mg.L <sup>-1</sup>	
Sólidos em suspensão	mg.L <sup>-1</sup>	
Sólidos sedimentáveis	mL.L <sup>-1</sup>	
Cor verdadeira	mg Pt.L <sup>-1</sup>	
DBO, 5 dias, 20°C	mg O <sub>2</sub> .L <sup>-1</sup>	
Carbono orgânico total	mg.L <sup>-1</sup>	
Carbono orgânico dissolvido	mg.L <sup>-1</sup>	
Alcalinidade total	mg CaCO <sub>3</sub> .L <sup>-1</sup>	
Dureza total	mg CaCO <sub>3</sub> .L <sup>-1</sup>	
<i>Escherichia coli</i>	NMP.100 mL <sup>-1</sup>	
Clorofila-a e Feoftina	µg.L <sup>-1</sup>	
Cálcio	mg.L <sup>-1</sup>	
Cianeto livre	mg.L <sup>-1</sup>	
Cloreto total	mg.L <sup>-1</sup>	
Magnésio	mg.L <sup>-1</sup>	
Sódio	mg.L <sup>-1</sup>	
Sulfeto total	mg.L <sup>-1</sup>	
Sulfeto (H <sub>2</sub> S não dissociado)	mg.L <sup>-1</sup>	
Nitrato	mg.L <sup>-1</sup>	
Nitrito	mg.L <sup>-1</sup>	
Nitrogênio total Kjeldahl	mg.L <sup>-1</sup>	
Nitrogênio orgânico	mg.L <sup>-1</sup>	
Nitrogênio amoniacal total	mg.L <sup>-1</sup>	
Fósforo total	mg.L <sup>-1</sup>	
Fósforo dissolvido	mg.L <sup>-1</sup>	
Polifosfatos	mg.L <sup>-1</sup>	
Alumínio	mg.L <sup>-1</sup>	

Antimônio	mg.L <sup>-1</sup>
Arsênio	mg.L <sup>-1</sup>
Bário	mg.L <sup>-1</sup>
Berílio	mg.L <sup>-1</sup>
Boro	mg.L <sup>-1</sup>
Cádmio	mg.L <sup>-1</sup>
Cromo	mg.L <sup>-1</sup>
Cobalto	mg.L <sup>-1</sup>
Cobre	mg.L <sup>-1</sup>
Ferro - Especiação Fe <sup>2+</sup>	mg.L <sup>-1</sup>
Ferro - Especiação Fe <sup>3+</sup>	mg.L <sup>-1</sup>
Ferro total	mg.L <sup>-1</sup>
Chumbo	mg.L <sup>-1</sup>
Manganês	mg.L <sup>-1</sup>
Mercurio total - Especiação metil-Hg e dimetil-Hg	mg.L <sup>-1</sup>
Molibdênio	mg.L <sup>-1</sup>
Níquel	mg.L <sup>-1</sup>
Selênio	mg.L <sup>-1</sup>
Prata	mg.L <sup>-1</sup>
Vanádio	mg.L <sup>-1</sup>
Zinco	mg.L <sup>-1</sup>

**Quadro 5** – Parâmetros analisados em amostras de sedimento no âmbito do PMQQS.

<b>Parâmetros analisados em laboratório - Sedimento</b>	
<b>Parâmetro</b>	<b>Unidade</b>
pH	-
Potencial de oxi-redução (ORP)	V
Distribuição granulométrica	%
Carbono orgânico total	%
Fósforo Total	mg.kg <sup>-1</sup>
Nitrogênio Total Kjeldahl	mg.kg <sup>-1</sup>
HCH (Alfa-HCH)	µg.kg <sup>-1</sup>
HCH (Beta-HCH)	µg.kg <sup>-1</sup>
HCH (Delta-HCH)	µg.kg <sup>-1</sup>

HCH (Gama-HCH/Lindano)	$\mu\text{g.kg}^{-1}$
Clordano (Alfa)	$\mu\text{g.kg}^{-1}$
Clordano (Gama)	$\mu\text{g.kg}^{-1}$
DDD	$\mu\text{g.kg}^{-1}$
DDE	$\mu\text{g.kg}^{-1}$
DDT	$\mu\text{g.kg}^{-1}$
Dieldrin	$\mu\text{g.kg}^{-1}$
Endrin	$\mu\text{g.kg}^{-1}$
Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA)	$\mu\text{g.kg}^{-1}$
Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (HPT)	$\text{mg.kg}^{-1}$
Bifenilas Policloradas	$\mu\text{g.kg}^{-1}$
Fenóis	$\text{mg.kg}^{-1}$
Alumínio	$\text{mg.kg}^{-1}$
Antimônio	$\text{mg.kg}^{-1}$
Arsênio	$\text{mg.kg}^{-1}$
Bário	$\text{mg.kg}^{-1}$
Berílio	$\text{mg.kg}^{-1}$
Boro	$\text{mg.kg}^{-1}$
Cádmio	$\text{mg.kg}^{-1}$
Cromo	$\text{mg.kg}^{-1}$
Cobalto	$\text{mg.kg}^{-1}$
Cobre	$\text{mg.kg}^{-1}$
Estrôncio	$\text{mg.kg}^{-1}$
Ferro	$\text{mg.kg}^{-1}$
Chumbo	$\text{mg.kg}^{-1}$
Manganês	$\text{mg.kg}^{-1}$
Mercúrio	$\text{mg.kg}^{-1}$
Molibdênio	$\text{mg.kg}^{-1}$
Níquel	$\text{mg.kg}^{-1}$
Selênio	$\text{mg.kg}^{-1}$
Prata	$\text{mg.kg}^{-1}$
Vanádio	$\text{mg.kg}^{-1}$
Zinco	$\text{mg.kg}^{-1}$

- **Programa de Caracterização Geoquímica de Rejeitos, Solos e Sedimentos**

Projeto concluído em 2017, que coletou amostras representativas para a análise geoquímica entre 23 de janeiro e 12 de abril de 2016, foi protocolado na Câmara Técnica de Gestão de Rejeitos e Segurança Ambiental. Teve como um de seus objetivos verificar se as concentrações de metais nos rejeitos ou nas misturas de solos e sedimentos excederam os padrões regulatórios aplicáveis para solos e sedimentos.

Foram amostrados rejeitos (quatro amostras compostas), detritos coletados nas pilhas erguidas em Barra Longa (duas amostras), solo de áreas não afetadas (35 amostras), sedimento de áreas não afetadas (18 amostras) e sedimentos e solos de áreas afetadas (252 amostras). Os pontos de coleta incluíram a Barragem de Rejeitos de Germano e as áreas afetadas a jusante da barragem de Fundão. Os principais pontos de amostragem compreenderam o reservatório de Santarém, Córrego Santarém, rio Gualaxo do Norte, rio do Carmo e rio Doce, Reservatório de Candonga (Usina Hidroelétrica Risoleta Neves), Reservatório de Baguari e a foz do rio Doce. Além disso, foram coletadas amostras de vários tributários.

Este estudo teve seus dados aprovados pela Câmara Técnica de Gestão de Rejeitos e Segurança Ambiental (CT-Rejeitos) e são uma importante fonte de informação para atendimento ao objetivo “b” deste item.

- **Projeto de estudo da ictiofauna da bacia do rio Doce - Universidade Federal de Viçosa**

Projeto conduzido pela UFV, iniciou suas atividades de coleta em setembro de 2018. Objetiva realizar coleta de exemplares da ictiofauna para determinação das concentrações de arsênio (As), cádmio (Cd), chumbo (Pb), prata (Ag), cromo (Cr), mercúrio (Hg), níquel (Ni), cobre (Cu), zinco (Zn), alumínio (Al), manganês (Mn) e ferro (Fe) em tecido muscular. As amostras estão sendo obtidas em 36 pontos da bacia do rio Doce (Quadro 6), contemplando tanto locais afetados pelo rompimento da Barragem de Fundão locais não afetados (Figura 4). As coletas são realizadas em períodos secos e de chuva, com o intuito de se analisar a eventual influência do ciclo hidrológico nos teores de contaminantes.

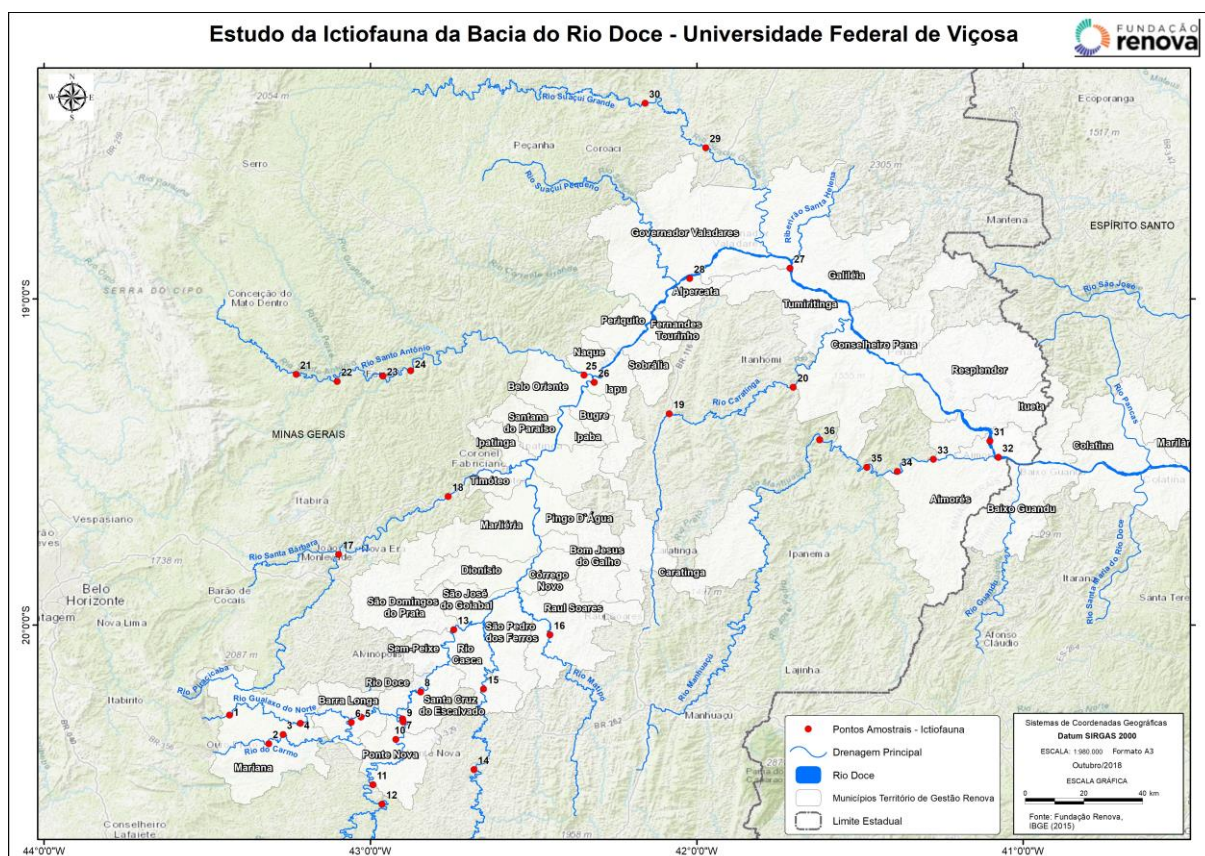
As equipes de coleta têm relatado bom sucesso de captura e com isso levantam importante conjunto de dados que será tratado como fonte de informação para atendimento ao objetivo “b” deste item.

**Quadro 6 - Pontos de amostragem do estudo da ictiofauna na bacia do rio Doce.**

<b>Ponto amostral</b>	<b>Nome da drenagem</b>	<b>Fuso (UTM)</b>	<b>Coordenadas (UTM)</b>	
01	Rio Gualaxo do Norte	23 K	663784	7757136
02	Rio do Carmo	23 K	676223	7747325
03	Rio do Peixe	23 K	680846	7750368
04	Rio Gualaxo do Norte	23 K	686406	7754103
05	Rio do Carmo	23 K	705858	7756015
06	Rio Gualaxo do Sul	23 K	702738	7754309
07	Rio Piranga	23 K	719217	7755237
08	Rio Doce	23 K	725081	7764335
09	Rio Piranga	23K	719321	7754218
10	Rio Piranga	23K	716949	7748276
11	Rio Piranga	23K	709402	7733016
12	Rio Piranga	23K	712241	7726382
13	Rio Doce	23 K	735954	7785306
14	Rio Casca	23K	741603	777982
15	Rio Casca	23K	746180	776963
16	Rio Matipó	23K	766762	7783189
17	Rio Piracicaba	23K	695031	7790889
18	Rio Piracicaba	23 K	734797	7830533
19	Rio Caratinga	23K	810522	7823169
20	Rio Caratinga	23K	820542	7822169
21	Rio Santo Antônio	23K	686314	7872562
22	Rio Santo Antônio	23K	720389	7867433
23	Rio Santo Antônio	23K	70235	7559103
24	Rio Santo Antônio	23K	723275	7873428
25	Rio Santo Antônio	23 K	779131	7871179
26	Rio Doce	23 K	782346	7868645
27	Rio Doce	24 K	214130	7907326

Ponto amostral	Nome da drenagem	Fuso (UTM)	Coordenadas (UTM)	
28	Rio Doce	23 K	813772	7903426
29	Rio Suaçuí Grande	24K	186193	7947835
30	Rio Suaçuí Grande	23K	800272	7963180
31	Rio Doce	24K	279361	7849572
32	Rio Doce	24 K	282205	7844032
33	Rio Manhuaçu	24 K	261287	7843111
34	Rio Manhuaçu	24 K	249734	7838859
35	Rio Manhuaçu	24 K	239959	7840146
36	Rio Manhuaçu	24 K	224625	7849205

**Figura 4** - Mapa de localização dos pontos de amostragem do estudo da ictiofauna na bacia do rio Doce.



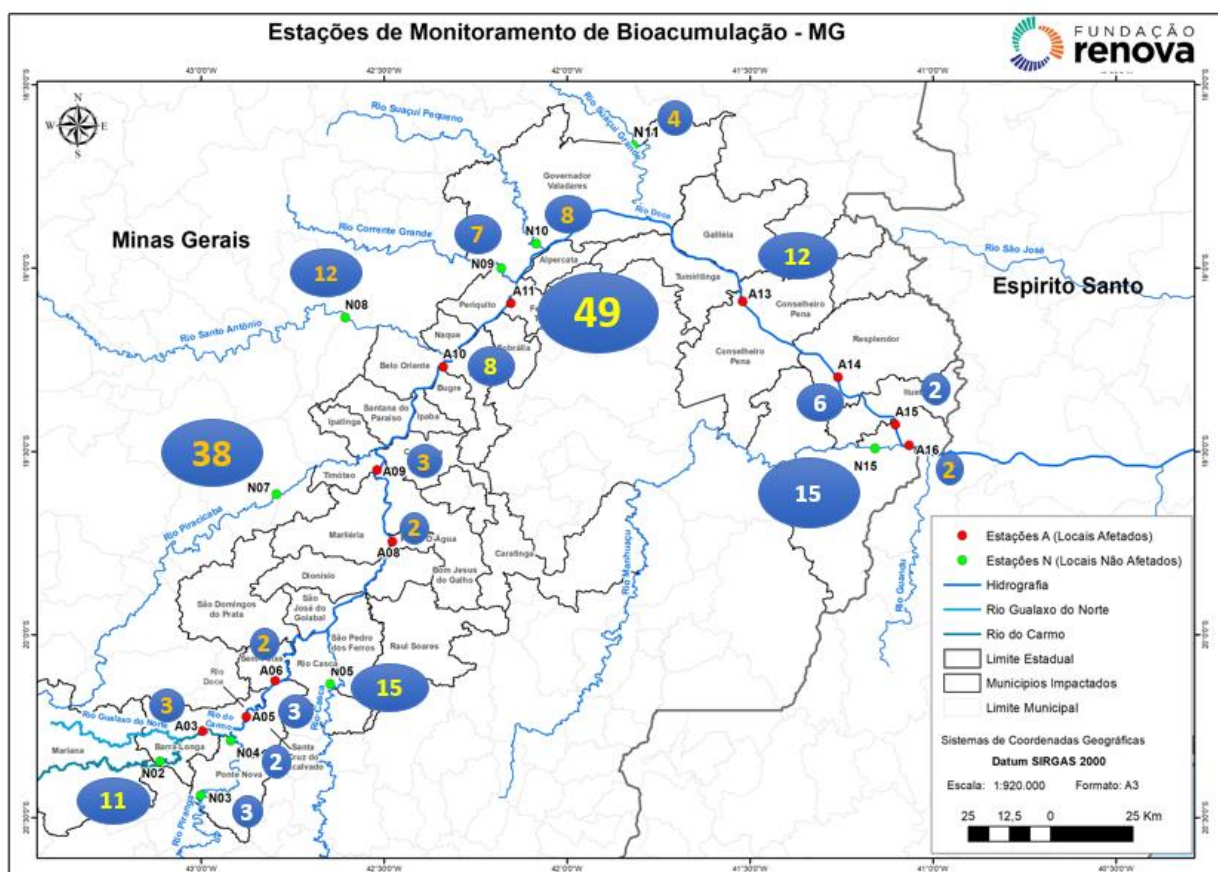
- **Monitoramento da Ictiofauna - Econservation**

Foram coletadas 268 amostras de tecido muscular de peixes, capturados durante a 6<sup>a</sup>, 7<sup>a</sup>, 11<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup> campanhas (outubro, novembro de 2017 e março e abril de 2018) do Programa de

monitoramento da ictiofauna do rio Doce nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo (Atendimento à Notificação IBAMA nº 678311/2015 e Cláusula 164 do TTAC, alínea “a”), conduzido pela empresa Econservation, para realização de análises de determinação de arsênio (As), cádmio (Cd), chumbo (Pb), prata (Ag), cromo (Cr), mercúrio (Hg), níquel (Ni), cobre (Cu), zinco (Zn), alumínio (Al), manganês (Mn) e ferro (Fe). As amostras foram obtidas tanto de peixes coletados em locais afetados pelo rompimento da Barragem de Fundão (rios do Carmo Doce) quanto de peixes coletados em locais não-afetados (afluentes), como mostra a Figura 5.

Os dados deste estudo foram pioneiros no âmbito da qualidade do pescado no território mineiro e também são importantes como fonte de informação para atendimento ao objetivo “b” deste item.

**Figura 5** - Mapa de localização dos pontos de origem das amostras de pescado.



- Monitoramento da Fauna e Flora Terrestre (RAPELD)

Projeto que objetiva avaliar os impactos sobre a fauna e flora terrestres do rio Doce nas áreas afetadas pelo rompimento da Barragem de Fundão, conforme orientação da Notificação IBAMA/ES n.º 678322-E. Inclui em sua amostragem espécies da fauna e flora terrestre e de transição água-terra. Este projeto iniciou as amostras biológicas para as análises de metais em abril de 2018 para a flora e em julho do mesmo ano para a fauna. Com isso é importante fonte de dados para este item, principalmente de espécies de quelônios e de populações do jacaré-do-papo-amarelo (*Caiman latirostris*).

#### **4.1.2 Estudos correspondentes independentes**

- **Avaliação dos impactos ambientais associados ao rompimento da barragem de Fundão (Mariana, MG) em anfíbios: efeitos agudos, crônicos e comportamentais**

**Pesquisadores responsáveis:** Juliane Silberschmidt Freitas e Lais Giroto

**Instituição:** Escola de Engenharia de São Carlos (EESC). Universidade de São Paulo (USP). São Carlos, SP, Brasil

**Vigência (Início):** 01 de julho de 2018

**Vigência (Término):** 30 de novembro de 2018

##### **Resumo**

O setor de mineração, embora economicamente importante, é responsável por diversos impactos ao longo de seu processo, além daqueles relacionados aos riscos de desastres. O rompimento da barragem do Fundão em Mariana-MG resultou no derramamento de 62 milhões de m<sup>3</sup> de rejeito de mineração nos corpos hídricos, afetando a biota e o abastecimento de cidades ao longo da bacia do Rio Doce. Embora seja observado um aumento nas investigações avaliando os impactos provocados pela liberação do rejeito, até o momento não foram fornecidas informações suficientes para avaliação dos reais riscos causados, principalmente para grupos mais vulneráveis, tais como os anfíbios. Atualmente, os anfíbios são um dos principais grupos ameaçados de extinção e a contaminação de habitat é apontada como um dos principais fatores contribuindo para o declínio de diversas espécies. Visando a maior compreensão da magnitude dos danos causados sobre a biota, a presente pesquisa pretende simular as condições do desastre em escala laboratorial, avaliando os efeitos agudos e crônicos sobre anfíbios. Para isso, girinos serão expostos a

diferentes proporções volumétricas de rejeito proveniente do rompimento da barragem do Fundão. A mortalidade dos indivíduos será monitorada ao longo de 96 horas para avaliação de efeitos agudos. Para os testes crônicos, girinos serão expostos ao rejeito durante 28 dias e serão avaliados efeitos no crescimento, desenvolvimento, anormalidades e desempenho natatório. A capacidade de detecção de ambientes contaminados e migração dos girinos também serão avaliadas pelo teste de evitamento. A realização dos testes ecotoxicológicos em complemento com as análises físico-químicas ajudará a esclarecer como a exposição aos rejeitos de mineração deve afetar a população de anfíbios e a dinâmica ecossistêmica em longo prazo.

Fonte:<https://bv.fapesp.br/pt/bolsas/179378/avaliacao-dos-impactos-ambientais-associados-ao-rompimento-da-barragem-de-fundao-mariana-mg-em-an/>

- **Avaliação da toxicidade dos poluentes presentes no Rio Doce após rompimento da Barragem do Fundão (MG) através de diferentes biomarcadores em peixes**

**Pesquisadores responsáveis:** Denis Moledo de Souza Abessa e Flávia Yoshie Yamamoto

**Instituição:** Instituto de Biociências (IB-CLP). Universidade Estadual Paulista (UNESP). Campus Experimental do Litoral Paulista. São Vicente, SP, Brasil

**Vigência (Início):** 01 de setembro de 2018

**Vigência (Término):** 31 de agosto de 2020

### **Resumo**

Durante várias décadas as atividades de mineração no Brasil, particularmente na Região do Quadrilátero Ferrífero, são responsáveis por causar impacto ambiental com a geração de resíduos de minérios que acabam sendo destinados aos corpos hídricos. Com o desastre ambiental do rompimento da Barragem do Fundão (MG) milhões de litros de rejeitos de minérios de ferro foram mobilizados à Bacia do Rio Doce, gerando um grande prejuízo socioeconômico e ambiental. Análises químicas na água já detectaram ao longo do percurso do rio elevadas concentrações de elementos como Fe, Al, Mn, e os de maior potencial tóxico como As, Cd e Pb após o acidente. Porém, ainda restam ser investigadas a presença e a distribuição destes poluentes, bem como a possível ocorrência de contaminantes orgânicos, em diferentes compartimentos ambientais, como o sedimento e os organismos expostos. Além disso, são necessárias outras análises que considerem os efeitos toxicológicos causados nos organismos expostos a curto, médio e longo prazo. Desta forma, os reais danos

socioambientais causados devem ser avaliados adequadamente através de diversas abordagens que investiguem tanto os aspectos abióticos como os bióticos deste ecossistema. Este projeto tem como objetivo avaliar a qualidade ambiental após o acidente, por meio da detecção e quantificação dos poluentes (metais e compostos orgânicos) presentes nos compartimentos abióticos (água e sedimento) e bióticos (tecidos dos peixes), associados às diferentes respostas biológicas desencadeadas nos peixes nativos da Bacia do Rio Doce, modelos animais adequados para este estudo, em fase adulta para: i) avaliar a saúde geral dos peixes em diferentes locais e períodos de coleta; ii) verificar os principais mecanismos de defesa e de adaptação ativados nos peixes, após exposição aguda aos compostos tóxicos; iii) avaliar possíveis alterações nos processos reprodutivos dos peixes; e nas fases iniciais do desenvolvimento; iv) verificar a embriotoxicidade; e v) desenvolver um modelo matemático que permita prever os efeitos em níveis populacionais a longo prazo. Com estes resultados será possível avaliar de forma mais adequada os efeitos adversos causados na ictiofauna deste ambiente impactado para auxiliar nas tomadas de decisões das autoridades públicas.

Fonte:<https://bv.fapesp.br/pt/bolsas/180591/avaliacao-da-toxicidade-dos-poluentes-presentes-no-rio-doce-apos-rompimento-da-barragem-do-fundao-m/>

## **4.2 Item 2 - Monitoramento de processos ecológicos da biota aquática**

### **4.2.1 Objetivo**

Levantamento da fauna e flora aquática do rio Doce, incluindo parâmetros relacionados à estrutura e dinâmica de populações e integridade dos ambientes.

### **4.2.2 Estudos correspondentes Renova**

- **Programa de Monitoramento Quali-Quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos (PMQQS)**

Conforme apresentado no item anterior, o PMQQS monitora parâmetros biológicos também de interesse deste objetivo. Coletas mensais para avaliação das comunidades de fitoplâncton (34 pontos) e macroinvertebrados bentônicos (23 pontos), além de amostragens de perifíton (3 pontos), duas coletas no período chuvoso e duas no período seco, são apresentadas no Quadro 2. Todos estes dados, desde agosto de 2017, já compõem uma extensa base de dados que devem possibilitar diversas análises de composição, estrutura e dinâmica de comunidades aquáticas.

- **Monitoramento da Biota Aquática em Atendimento à Notificação IBAMA 678311/2015**

De abril de 2017 a abril de 2018, foram realizadas 12 campanhas de coletas mensais de peixes, perifíton, macroinvertebrados bentônicos, fitoplâncton e zooplâncton em 29 pontos de Minas Gerais, além de coletas quinzenais de ictioplâncton durante o período chuvoso. Estes dados já deram origem a um relatório semestral e o relatório anual está em elaboração, mas seus dados brutos estão disponíveis para compor qualquer avaliação que se fizer desejável.

- **Estudo Populacional da Ictiofauna e Invertebrados na calha e tributários do rio Doce em atendimento à Cláusula 164**

Coletas trimestrais de peixes e invertebrados foram realizadas em 21 pontos de MG, de abril de 2017 a abril de 2018. Estes dados já compuseram o relatório de atendimento à alínea “a” da Cláusula 164, atualmente em avaliação pela CTBio, e seus dados brutos também estão disponíveis para compor qualquer avaliação que se fizer desejável.

- **Renaturalização do Rio Gualaxo do Norte**

Com início de suas atividades em setembro de 2018, o projeto busca a recuperação de características e processos ecológicos naturais em cursos hídricos a partir da inserção de estruturas de madeira (troncos e galhos) em rios, o que promove a reconstrução de habitats e, conseqüentemente, a diversificação da biota aquática. Para isso, os trechos 6 e 7 do “Plano de Manejo de Rejeitos - Revisão 01”, localizados no rio Gualaxo do Norte, foram escolhidos para receber as intervenções de renaturalização como projeto piloto. Coletas de peixes e organismos bentônicos nestes dois trechos já se iniciaram. Duas campanhas de diagnóstico antes do início

das intervenções já foram feitas para caracterizar a estrutura e composição da comunidade local. Esta caracterização é um dado importante para este item.

- **Monitoramento da Fauna e Flora Terrestre (RAPELD)**

A avaliação das espécies de quelônios e de populações do jacaré-do-papo-amarelo, em atendimento à Notificação IBAMA/ES n.º 678322-E, descrita no item anterior, produz dados importantes para este item.

- **Plano de Monitoramento Quali-Quantitativo das Águas do Rio Doce e seus Tributários em Função das Intervenções (PMQQVAI)**

Este Plano objetiva avaliar a qualidade da água, sedimentos e comunidades biológicas de forma sistemática frente às intervenções realizadas nas margens e calha dos tributários e rios principais, em atendimento à cláusula 178 e aos requisitos mínimos estabelecidos na deliberação CIF n.º 17, seção VII. Toda sua atuação se concentra em Minas Gerais, nos tributários e rios principais de Bento Rodrigues até a UHE Risoleta Neves (Candonga). O resumo descritivo de sua metodologia é apresentado no Quadro 7.

**Quadro 7 - Pontos de amostragem do PMQQVAI.**

<b>Tipo do Ponto</b>	<b>Pontos PMQQVAI</b>	<b>Tipo 1</b>	<b>Tipo 2</b>	<b>Pontos da Operação Águas</b>
<b>Justificativa</b>	Deliberação CIF n.º 17 e Nota Técnica n.º 08 da CT-SHQA	Conhecer o transporte de sedimentos das bacias localizadas a montante da área afetada	Complementação aos pontos do PMQQVAI	Nota Técnica n.º 08 da CT-SHQA e CT-FLOR
<b>Quantidade</b>	22	8	3	145
<b>Localização</b>	Montante, Trecho Intermediário e Jusante das áreas para intervenções	Tributários e rios principais a montante das áreas afetadas	Montante, Trecho Intermediário e Jusante das áreas para intervenções	Tributários e rios principais

<b>Frequência</b>	Mensal ou Quinzenal*	Mensal	Mensal ou Quinzenal*	Semestral
<b>Parâmetros</b>	<p>Água Superficial: Parâmetros físico-químicos, hidrobiológicos (fito e zooplâncton) e bacteriológicos.</p> <p>Sedimentos: Parâmetros físico-químicos, comunidades bentônicas</p>	<p>Nível d'água, Descarga Líquida e Sólidos totais em suspensão</p>	<p>Água Superficial: Parâmetros físico-químicos, hidrobiológicos (fito e zooplâncton) e bacteriológicos.</p> <p>Sedimentos: Parâmetros físico-químicos, comunidades bentônicas</p>	<p>Sólidos totais Sólidos totais em suspensão, Sólidos dissolvidos totais e Turbidez</p>

Legenda: \* = Depende do *status* da obra.

#### 4.2.3 Estudos correspondentes independentes

- **Projeto de estudo da ictiofauna da bacia do rio Doce - Universidade Federal de Viçosa**

Já apresentado no item 1, este projeto conduzido pela UFV realiza a coleta de organismos da ictiofauna em 36 pontos de Minas Gerais (locais afetados e não afetados) e apresenta bom sucesso de captura. Representa uma importante fonte de informação que engloba três subprojetos, sendo todas as coletas de dados ambientais e de animais realizadas simultaneamente, maximizando o esforço e gerando dados comparáveis. Os subprojetos são:

(i) índice de integridade biótica da bacia do rio doce após o rompimento da barragem de rejeitos de minério de ferro “Fundão” - abrangendo a ictiofauna e a fauna de invertebrados aquáticos, tanto como bioindicadores quanto como determinantes recíprocos de qualidade de habitat.

(ii) avaliação dos efeitos da presença de poluentes sobre a ecologia trófica da ictiofauna da bacia do rio Doce - utilizando técnicas de isótopos radioativos para investigar a estrutura trófica da ictiofauna. (iii) abordagem rad-seq no estudo da estrutura e recolonização da

ictiofauna na bacia do rio Doce - utilizando técnicas de sequenciamento de nova geração (RAD-seq) para investigar a dinâmica espacial e estrutura genética da ictiofauna.

Fonte: Projeto apresentado a Fundação Renova.

- **Efeitos da deposição de rejeitos de mineração na colonização de macroinvertebrados bentônicos em ecossistemas aquáticos: um estudo experimental em mesocosmos**

**Pesquisadores responsáveis:** Evaldo Luiz Gaeta Espindola e Lorenza Lana Volpe

**Instituição:** Escola de Engenharia de São Carlos (EESC). Universidade de São Paulo (USP). São Carlos, SP, Brasil

**Vigência (Início):** 01 de setembro de 2017

**Vigência (Término):** 30 de junho de 2018

#### **Resumo**

A mineração, embora seja um dos setores mais importantes na economia nacional e internacional, também é um dos responsáveis por diversos impactos ambientais e sociais. O desastre ambiental ocorrido em Mariana (MG), com o rompimento da barragem do Fundão, demonstra com precisão essa situação, uma vez que causou o derrame de aproximadamente 35 milhões de m<sup>3</sup> de rejeitos nos corpos hídricos, atingindo 40 cidades nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Esse desastre acarretou uma série de consequências socioeconômicas (com destruição de áreas rurais e urbanas, incluindo a morte de 19 pessoas, entre outros efeitos) e ambientais, com perdas de espécies e serviços ecossistêmicos nos compartimentos terrestres e aquáticos. Tendo em vista a necessidade de maiores informações sobre os impactos ambientais ocasionados e seus efeitos na biota aquática, nessa pesquisa pretende-se simular as condições do desastre a partir de estudos em modelos ecossistêmicos (mesocosmos), avaliando o aporte do rejeito e seus efeitos na estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos. Estes organismos foram escolhidos devido ao fato de serem bons bioindicadores de qualidade da água bem como pela sua ampla aplicação em estudos de recolonização, pois ocupam a fase primária de uma sucessão ecológica em um ambiente perturbado. Dessa forma, complementando com dados físicos e químicos (como pH, oxigênio dissolvido, condutividade, temperatura, nutrientes, dureza, turbidez, sólidos suspensos) e concentração de clorofila, objetiva-se compreender as alterações causadas pela deposição do rejeito na biota, avaliando como ocorrerá

o processo de recolonização da área, contribuindo para os estudos que visam entender melhor os efeitos do maior desastre socioambiental do país nos últimos anos.

Fonte: <https://bv.fapesp.br/pt/bolsas/174039/efeitos-da-deposicao-de-rejeitos-de-mineracao-na-colonizacao-de-macroinvertebrados-bentonicos-em-eco/>

- **Taxonomia do gênero *Trichomycterus* Valenciennes, 1832 (Siluriformes, Trichomycteridae) na bacia do Rio Doce: estudo de uma diversidade remanescente em uma bacia devastada**

**Pesquisadores responsáveis:** Mario Cesar Cardoso de Pinna e Vinícius José Carvalho Reis

**Instituição:** Museu de Zoologia (MZ). Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, SP, Brasil

**Vigência (Início):** 01 de maio de 2017

**Vigência (Término):** 30 de setembro de 2018

#### **Resumo**

Este projeto visa estudar a diversidade de um dos grandes gargalos taxonômicos da ictiofauna neotropical, o gênero *Trichomycterus* (Siluriformes, Trichomycteridae), com 184 espécies nominais distribuídas por grande parte da América do Sul cis- e trans-Andina. Atualmente, a taxonomia de *Trichomycterus* é tanto incompleta quanto confusa, com muitas espécies não-descritas e uma multiplicidade de formas já descritas, mas de validade incerta. Há consenso de que uma revisão completa do gênero é tarefa inexecutável no momento, dada a magnitude dos recursos necessários. Por outro lado, é possível avanço real por meio de uma estratégia localizada, focada em bacias individuais. Neste estudo propõe-se estudar em detalhe a composição de espécies de *Trichomycterus* na bacia do rio Doce, cuja calha foi recentemente devastada pela tragédia de Mariana. Para isso, será feita uma análise detalhada das variações fenotípicas e concomitantemente uma análise de *barcoding* (COI). A comparação entre os resultados dos dois tipos de dados e sua projeção no contexto geográfico permitirão uma avaliação detalhada da diversidade do gênero no universo da bacia do rio Doce. Uma investigação nomenclatural irá então definir os nomes disponíveis aplicáveis às espécies reconhecidas, com considerações de prioridade e sinônimas. Espécies sem registro nomenclatural prévio serão descritas como novas na publicação derivada da dissertação. Os dados, tanto morfológicos como moleculares, serão obtidos majoritariamente de coleções ictiológicas já disponíveis, com algumas coletas pontuais para suprir localidades-chave atualmente sub-amostradas. Os resultados do trabalho serão importantes para definir padrões

de evidência adequados para reconhecer e diagnosticar espécies de *Trichomycterus*, para avaliar sua diversidade e para auxiliar em esforços de conservação e recuperação do rio Doce.

Fonte: <https://bv.fapesp.br/pt/bolsas/170575/taxonomia-do-genero-trichomycterus-valenciennes-1832-siluriformes-trichomycteridae-na-bacia-do-r/>

### **4.3 Item 3 - Monitoramento da qualidade da água e sedimento**

#### **4.3.1 Objetivo**

Monitorar a qualidade da água e do sedimento, principalmente através do controle dos índices de contaminação/poluição de metais, para avaliar os ambientes afetados pelo rompimento da barragem de Fundão (Mariana-MG).

#### **4.3.2 Estudos correspondentes Renova**

- **Programa de Monitoramento Quali-Quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos (PMQQS)**

Conforme apresentado no item 1, o PMQQS monitora parâmetros físico-químicos de interesse deste objetivo. Coleta amostras de água mensalmente para análise de mais de 60 parâmetros ao longo de 36 pontos de MG, conforme Quadros 3 e 4, além de coletas trimestrais de 42 parâmetros para análise de amostras de sedimento e semestrais para análise de testemunhos do sedimento ao longo de 23 pontos de MG, conforme Quadros 3 e 5.

- **Plano de Monitoramento Quali-Quantitativo das Águas do Rio Doce e seus Tributários em Função das Intervenções (PMQQVAI)**

Conforme apresentado no item 2, o PMQQVAI também irá fornecer dados para cumprimento do objetivo de monitoramento da qualidade da água e sedimento frente às intervenções realizadas nas margens e calha dos tributários e rios principais, como pode ser observado com detalhes no Quadro 7.

## **4.4 Item 4 - Avaliação de processos biogeoquímicos aquáticos, dinâmica do sedimento e hidrogeomorfologia**

### **4.4.1 Objetivo**

Avaliação de processos biogeoquímicos aquáticos, dinâmica do sedimento e hidrogeomorfologia.

### **4.4.2 Estudos correspondentes Renova**

- **Programa de Monitoramento Quali-Quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos (PMQQS)**

Conforme apresentado anteriormente no Quadro 2 do item 1, o PMQQS registra mensalmente os valores de descarga líquida (vazão) em 28 pontos e trimestralmente os valores de descarga sólida em seis pontos.

- **Programa de Caracterização Geoquímica de Rejeitos, Solos e Sedimentos**

Este Programa, já apresentado no item 1, também teve como objetivos: (1) Definir a composição química (e distribuição granulométrica) dos rejeitos remanescentes na Barragem de Rejeitos de Fundão e das misturas de solo e sedimentos depositados na rede de drenagem a jusante da Barragem de Fundão; e (2) verificar a estabilidade química dos rejeitos remanescentes na Barragem de rejeitos de Fundão e nas áreas de deposição a jusante.

- **Renaturalização do Rio Gualaxo do Norte**

Projeto que busca a recuperação de características e processos ecológicos naturais em cursos hídricos, já apresentado no item 2. Coleta dados sobre batimetria, hidromorfologia e hidrologia dos trechos do rio Gualaxo do Norte, dados estes que podem se apresentar importantes para atendimento dos objetivos deste item 4.

- **Estudos dos Processos Fluviais e de Sedimentos a Jusante da Barragem de Fundão**  
Estudo com objetivo principal entender o comportamento da bacia do rio Doce quanto ao transporte dos sedimentos resultantes do rompimento da barragem de Fundão, o comportamento natural da própria bacia e as interrelações com as ações executadas e planejadas no processo de mitigação dos efeitos do rompimento. Este projeto tem duração prevista de dois anos e será composto das seguintes fases:

- Fase 1: Verificar lacunas de informação nos dados existentes e construir plano de amostragem de descarga líquida, sólida e granulometria;
- Fase 2: Executar/elaborar modelo conceitual de transporte de sedimentos;
- Fase 3: Elaborar modelo matemático de transporte de sedimentos.

## **4.5 Item 5 - Ecossistemas ripários e suas relações com os ecossistemas aquáticos**

### **4.5.1 Estudos correspondentes independentes**

- **Recuperação dos habitats da mata ciliar e aquático da bacia do rio Doce**

**Pesquisadores responsáveis:** Carlos Frankl Sperber - Coordenador / Sérgio Pontes Ribeiro - Integrante / Renata Bernardes Faria Campos - Integrante / Jorge Abdala Dergam dos Santos - Integrante / Frederico Fernandes Ferreira - Integrante / Márcio Perez Bolfarini - Integrante / Natália Vicente - Integrante.

**Instituição:** Financiador(es): CAPES - Centro Anhanguera de Promoção e Educação Social - Auxílio financeiro / CAPES - Centro Anhanguera de Promoção e Educação

**Vigência (Início):** 2017

**Vigência (Término):** Em andamento, previsão de término não identificada.

### **Resumo**

Em 5 de novembro de 2015, o rompimento da barragem de rejeitos de mineração, gerou a liberação de 62 milhões de toneladas de rejeitos semissólidos que assolaram o distrito de Bento Rodrigues, e depois invadiram toda a calha do Rio Doce. A lama tóxica encheu canais navegáveis ao longo de todos os 663,2 km do Rio Doce até o oceano, destruindo biota

aquática e ribeirinha, e outros recursos naturais insubstituíveis. A proposta se baseia no levantamento e estudo do processo de recolonização da mata ciliar por invertebrados (formigas e grilos), estudos de monitoramento e recolonização da fauna de peixes, acoplado a um processo de intercâmbio de informações com a população atingida.

Fonte: <http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4798938U6>

## 5. CRONOGRAMA

Apresenta-se a seguir a previsão de entregas de conteúdo oriundo dos estudos conduzido pela Fundação Renova e seus atuais parceiros. Lembrando ainda que os dados brutos de toda pesquisa se tornam disponíveis à medida que são produzidos, mas alguns projetos dependem de processos de validação e aprovação estipulados pelas Câmaras Técnicas para cada Programa.

- **Programa de Monitoramento Quali-Quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos (PMQQS)**

O 1º relatório anual, produzido com dados de agosto de 2017 a julho de 2018, tem entrega prevista para abril de 2019. Este programa apresenta entregas fixas trimestrais de relatórios simplificados (QAQC) nos meses de fevereiro, maio, agosto e novembro.

- **Programa de Caracterização Geoquímica de Rejeitos, Solos e Sedimentos**

Estudo já finalizado e protocolado na Câmara Técnica de Gestão de Rejeitos e Segurança Ambiental em julho de 2016. Uma revisão do estudo Geomorfológico foi protocolada em novembro de 2016 e uma revisão do Geoquímico, em outubro de 2017.

- **Projeto de estudo da ictiofauna da bacia do rio Doce - Universidade Federal de Viçosa**

O relatório parcial contendo os resultados das coletas realizadas no período seco de 2018 está em fase de revisão e será entregue no próximo mês. Já o relatório final, da avaliação de um ciclo hidrológico completo, contemplando parte do período seco de 2018, período chuvoso 2018/2019 e parte do período seco de 2019 pretende ser entregue após recebimento dos resultados analíticos das amostras, a depender da finalização das coletas de campo, que se encontram em fase de planejamento estratégico do grupo de pesquisa.

- **Monitoramento da Ictiofauna – Econservation**

Iniciativa de análise de bioacumulação em peixes a partir de amostras coletadas durante o Programa de Monitoramento em atendimento ao TR1 e Notificação IBAMA 678311/2015

deu origem ao relatório intitulado “Quantificação de metais e arsênio nos organismos coletados durante o Programa de Monitoramento da Ictiofauna do Rio Doce nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo”, apresentado em janeiro de 2018.

- **Monitoramento da Fauna e Flora Terrestre (RAPELD)**

Relatório referente à 1ª campanha (estação seca) está em fase de finalização para entrega. O relatório anual, incluindo os dados da 2ª campanha (estação chuvosa) e análise consolidada dos dados do primeiro ano (referente à Avaliação Ecológica Rápida segundo o Parecer técnico do IBAMA) tem entrega programada para julho de 2019.

- **Monitoramento da Biota Aquática em Atendimento à Notificação IBAMA 678311/2015**

Relatório aguardando validação do responsável técnico para entrega à Fundação Renova.

- **Estudo Populacional da Ictiofauna e Invertebrados na calha e tributários do rio Doce em atendimento à Cláusula 164**

Relatório final protocolado em outubro de 2018, com revisão em dezembro de 2018.

- **Renaturalização do Rio Gualaxo do Norte**

Versão final do relatório de diagnóstico está sendo finalizada junto com o projeto de *design* e configuração da instalação dos troncos/madeiras. A instalação das estruturas está prevista para acontecer entre abril e agosto de 2019, quando serão iniciadas amostragens da biodiversidade para avaliar a efetividade do projeto.

- **Plano de Monitoramento Quali-Quantitativo das Águas do Rio Doce e seus Tributários em Função das Intervenções (PMQQVAI)**

Possui entregas programadas conforme intervenções realizadas nas margens e calha dos tributários e rios principais. Primeira entrega realizada em fevereiro de 2019 e entregas trimestrais programadas após avaliação do Grupo Técnico de Acompanhamento do PMQQS criado pelo CIF.

- **Estudos dos Processos Fluviais e de Sedimentos a Jusante da Barragem de Fundão**  
Projeto em fase inicial de estruturação, com cronograma de entregas em construção.

## **6. ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA**



**Serviço Público Federal**  
**CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA -**  
**4ª REGIÃO**

Situação: TRABALHO EM ANDAMENTO		Data: 28/07/2017 08:40:59	
<b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>		Nº: 2017/00739	
<b>CONTRATADO</b>			
Nome: BRUNO VERGUEIRO SILVA PIMENTA		Registro CRBio: 030454/04-D	
CPF: 03466010616		Tel: 36465898	
E-mail: bvergueiropimenta@gmail.com			
Endereço: R MANILA N.º 90, APTO. 108, BL. 1			
Cidade: BELO HORIZONTE		Bairro: ESTRELA DALVA	
CEP: 30575-010		UF: MG	
<b>CONTRATANTE</b>			
Nome: Fundação Renova			
Registro profissional:		CPF/CGC/CNPJ: 25.135.507/0001-83	
Endereço: Av. Getúlio Vargas, 671 Sala 400			
Cidade: BELO HORIZONTE		Bairro: SAVASSI	
CEP: 30112-021		UF: MG	
Site:			
<b>DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL</b>			
Natureza: Ocupação de Cargo/Função - Cargo/função técnica *			
Identificação: Especialista em Programas Socioambientais			
Município do trabalho: Bacia do rio Doce e região costeira e estuarina da foz		UF: MG	Município da sede: Belo Horizonte
UF: MG		UF: MG	
Forma de participação: Individual		Perfil da equipe:	
Área do conhecimento: Ecologia		Campo de atuação: Meio ambiente	
Descrição sumária da atividade: GERIR E EXECUTAR AS MEDIDAS PREVISTAS NOS PROGRAMAS SOCIOAMBIENTAIS EM DECORRÊNCIA DO ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO, AO LONGO DE TODA A ÁREA AFETADA. COORDENAR EQUIPE DE ESPECIALISTAS, ATUAR COMO GESTOR DE CONTRATOS, ANALISAR E ELABORAR DOCUMENTOS TÉCNICOS, PARTICIPAR DE DISCUSSÕES COM ÓRGÃOS AMBIENTAIS, CONSELHOS CONSULTIVOS E COLEGIADOS, FORNECEDORES E DEMAIS ATORES ENVOLVIDOS.			
Valor: R\$ 12218,00		Carga Horária Mensal: 170	
Início: 02/01/2017		Término:	
<b>ASSINATURAS</b>			
<b>Declaro serem verdadeiras as informações acima</b>			
Data: 02/10/2017  Assinatura do profissional		Data: / /  Assinatura e carimbo do contratante	
<b>Solicitação de baixa por distrato</b>		<b>Solicitação de baixa por conclusão</b>	
Data: / /		Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.	
Assinatura do profissional		Nº do protocolo: 18950/NET	
Data: / /		Data: / / Assinatura do profissional	
Assinatura e carimbo do contratante		Data: / / Assinatura e carimbo do contratante	



**ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART**

1-ART Nº  
**2-23702/17-E**

**CONTRATADO**

2.Nome: LAILA CARINE CAMPOS MEDEIROS		3.Registro no CRBio-02: 78002
4.CPF: 11950964701	5.E-mail: lailamsv@gmail.com	6.Tel: (027) 30634276 / (027) 99731-3121
7.End.: RUA CEARÁ 332 APT 103 EDF VILA MARFIM		8.Bairro:PRAIA DA COSTA
9.Cidade: VILA VELHA	10.UF: ES	11.Cep: 29101290

**CONTRATANTE**

12.Nome: FUNDAÇÃO RENOVA				
13.Registro Profissional: 0	14.CPF/CNPJ: 25135507000183			
15.End. AV. GETÚLIO VARGAS 671 SALA 400				
16.Tel / E-mail: (031)32899889 / ouvidoria@fundacaorenova.org	17.Bairro: SAVASSI	18.Cidade: BELO HORIZONTE	19.UF: MG	20.CEP: 30112021

**DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL**

21.1 Natureza:	21.2 Ocupação de Cargo/Função: a - Cargo/função técnica		
22. Identificação: ANALISTA DE PROGRAMAS SOCIOAMBIENTAIS			
23. Localização Geográfica: 23.1- do Trabalho: ES 23.2 - da Sede: MG		24 - UF: ES	
25.Forma de participação: Individual		26.Perfil da equipe: N/D	
27.Área do Conhecimento: Ecologia ECOTOXICOLOGIA		28.Campo de Atuação: Meio Ambiente e Biodiversidade Biomonitoramento	
29.Descrição Sumária: GERIR E EXECUTAR AS MEDIDAS PREVISTAS NOS PROGRAMAS SOCIOAMBIENTAIS EM DECORRÊNCIA DO ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO, AO LONGO DE TODA ÁREA AFETADA. COLETAR AMOSTRAS AMBIENTAIS, ATUAR COMO GESTORA DE CONTRATOS, ANALISAR E ELABORAR DOCUMENTOS TÉCNICOS, PARTICIPAR DE DISCUSSÕES COM ÓRGÃOS AMBIENTAIS, CONSELHOS CONSULTIVOS E COLEGIADOS, FORNECEDORES E DEMAIS ATORES ENVOLVIDOS.			
30.Valor: R\$ 0,00	31.Total de horas: 170	32.Início: 20/1/2017 00:00:00	33.Término:

**34.ASSINATURAS**

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

Data: <u>20, 01, 2017</u>		Data: <u>          /          /          </u>		35. CARIMBO DO CRBio:  Para autenticação da ART: <a href="http://www.crbio02.gov.br/autentica.aspx">http://www.crbio02.gov.br/autentica.aspx</a> código <b>2017080111131623702</b>
Assinatura do Profissional <i>Laila C. C. Medeiros</i>		Assinatura e Carimbo do Contratante <i>Luiz Carlos Bigueiredo</i> Diretor de Programas		

36. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos do CRBio-02.	37. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO
--	---------------------------------------

Data: <u>          /          /          </u>	Assinatura do Profissional	Data: <u>          /          /          </u>	Assinatura do Profissional
Data: <u>          /          /          </u>	Assinatura e Carimbo do Contratante	Data: <u>          /          /          </u>	Assinatura e Carimbo do Contratante

Para autenticação do conteúdo acesse: <http://www.crbio02.gov.br/autentica.aspx> e informe o código **2017080111131623702**  
Nº Boleta Gerada 2807838000010698 | Situação da ART: Aguardando Pagamento  
Esta ART deve sempre ser acompanhada do recibo de pagamento do respectivo emolumento de emissão

ART Eletrônica emitida em 1/8/2017 11:13:16  
Impressão efetuada em 1/8/2017 12:22:07



BANCO ITAU - COMPROVANTE DE OPERACAO  
TITULOS OUTROS BANCOS

IDENTIFICACAO EXTRATO: PAG. TIT. BANCO 001

DADOS DA CONTA DE DEBITO:

AGENCIA: 3116      CONTA: 22695-6

NOME: LAILA CARINE CAMPOS MEDEIROS

DADOS DO DOCUMENTO PAGO

REPRESENTACAO NUMERICA DO CODIGO DE BARRAS:

00190.00009 028.078380 0400.010698 1

733

VALOR PAGO: R\$ 136,95

PAGAMENTO EFETUADO EM 01/08/2017

VIA CELULAR

----- AUTENTICACAO -----

FD00D536FE0301F718D9A05BDB8648CDE6994AAA

O CLIENTE ASSUME TOTAL RESPONSABILIDADE POR

EVENTUAIS DANOS DECORRENTES DE INEXATIDAO OU

INSUFICIENCIA NAS INFORMACOES POR ELE INSERIDAS.