

# **Programa de Monitoramento Quali-Quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos – PMQQS**

## **Segundo Relatório Trimestral**

Agosto 2018

# **Programa de Monitoramento Quali-Quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos – PMQQS**

Segundo  
Relatório Trimestral

Agosto 2018

Apoio:

## SUMÁRIO EXECUTIVO

Em atendimento às cláusulas 177, 178 e 179 do Termo de Transação e de Ajustamento de Conduta – TTAC firmado em decorrência do rompimento da barragem de Fundão, a Fundação Renova desenvolveu, em parceria com os órgãos ambientais, agências de água e membros da Câmara Técnica de Segurança Hídrica e Qualidade da Água (CT-SHQA), o Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos - PMQQS com objetivo de acompanhar, ao longo do tempo, a recuperação da bacia do rio Doce e zona costeira e estuarina adjacentes. O presente relatório traz os resultados obtidos com o monitoramento de água, sedimentos, biota aquática e ensaios ecotoxicológicos do período de amostragem compreendido entre agosto/2017 a janeiro/2018 em pontos amostrais localizados no rio Doce, tributários, lagoas marginais, zona costeira e estuários. Além disso, são apresentados também os resultados do Programa de Garantia e Controle de Qualidade (QA/QC) para validação dos dados obtidos em campo e laboratório. Dentre os resultados obtidos, destaca-se: 1) os resultados laboratoriais e dados de campo, incluindo as campanhas amostrais e medições automáticas, atenderam satisfatoriamente ao Programa de Garantia e Controle de Qualidade para o período amostral; 2) em relação ao monitoramento dos 42 pontos amostrais em águas superficiais do rio Doce e tributários, os resultados obtidos indicaram valores de turbidez e concentrações de alumínio dissolvido, ferro dissolvido e, principalmente, manganês total acima dos limites preconizados pela Resolução CONAMA 357/2005 para águas doces classe 2 em alguns pontos, sobretudo no período de chuva; 3) foi observada uma redução nas concentrações de material particulado em suspensão (MPS) e dos elementos relacionados à composição principal do rejeito da barragem de Fundão (alumínio, ferro e manganês), quando comparadas com amostragem realizada um mês após o evento de rompimento; 4) foram registradas maiores concentrações de alumínio, ferro e manganês nos sedimentos amostrados nos trechos 1 e 2, compreendido entre a barragem de Fundão e a UHE Baguari, assim como para outros metais (arsênio, cobre, cromo e níquel), tendo violado os limites da Resolução CONAMA 454/2012 para água doce nível 1 em maior frequência nesses dois trechos. Atenta-se ao

fato de que rios localizados nesses trechos, e que não receberam os rejeitos, também apresentaram elevadas concentrações. 5) Os resultados do testemunho de sedimento em rios evidenciaram um enriquecimento recente de alguns metais em pontos ao longo de toda a extensão monitorada, mesmo naqueles não atingidos pelo rejeito; 6) Para a comunidade fitoplanctônica, foram registrados baixos valores de densidade, diversidade, dominância e pouca variação destes parâmetros ao longo dos trechos amostrados na bacia do rio Doce. Os grupos taxonômicos que mais contribuíram para as densidades totais ao longo das estações monitoradas no período foram as diatomáceas e clorofíceas, sendo estes dois grupos comuns em sistemas lóticos. 7) Em relação aos macroinvertebrados bentônicos, a composição da comunidade foi dominada pela espécie exótica *Corbicula fulminea* e a de interesse médico *Biomphalaria* sp. De maneira geral, tanto os pontos localizados na calha do rio Doce que receberam rejeitos quanto os localizados em tributários que não foram atingidos, apresentaram baixos valores para riqueza taxonômica, índices de diversidade e índices biológicos. Esses resultados podem indicar que as condições pretéritas ao rompimento da barragem já apresentavam integridade ecológica ruim; 8) Os testes de toxicidade crônica da água mostraram uma maior frequência de ensaios com efeitos tóxicos nos trechos 1 e 2 para testes realizados como *Ceriodaphnia dubia*, mas não para *Pseudokirchneriella subcapitata*. Os ensaios de toxicidade crônica realizados com elutriados de sedimento apresentaram resultados tóxicos para mais de 50% dos ensaios, com exceção do trecho 2; 9) Os dados extraídos das estações automáticas confirmaram o padrão sazonal para precipitação, fator já conhecido para a bacia do rio Doce, sendo registrados nos meses chuvosos maiores valores de turbidez. Apenas para condutividade elétrica dos pontos RDO 05 e RDO 08 foi acionado nível de alerta, porém como o acionamento ocorreu devido as fortes chuvas e interferências externas não houve necessidade de intensificação do monitoramento; 10) O monitoramento de águas das seis lagoas indicaram elevadas concentrações de oxigênio dissolvido e, conseqüentemente, reduzido DBO, assim como alta condutividade elétrica, especialmente em Monsarás (água salobra). Os resultados da Análise dos Componentes Principais (PCA) indicaram que as lagoas Juparanã e Areão estiveram relacionadas às maiores concentrações de alumínio e turbidez, a lagoa do Areal com ferro, enquanto que Monsarás com manganês; 11)

Para sedimentos de lagoas, foram encontradas elevadas concentrações de carbono orgânico dissolvido e nitrogênio Kjeldahl, não sendo possível, até o momento, concluir se os rejeitos provenientes do rompimento da barragem influenciaram nas concentrações de metais nestas lagoas; 12) Com exceção da lagoa Monsarás, os resultados dos testemunhos de sedimentos nas lagoas não apresentaram um padrão que possam indicar deposição recente de partículas enriquecidas por metais no sedimento; 13) A composição de classes fitoplanctônicas permitiram evidenciar uma diferenciação espacial significativa (entre lagoas), mas não sendo possível evidenciar claros padrões temporais; 14) Os testes de toxicidade aguda apresentaram efeito tóxico apenas para a lagoa Juparanã, enquanto que os ensaios para toxicidade crônica apresentaram efeitos tóxicos para *Ceriodaphnia dubia* para a maioria dos pontos analisados. Em ensaios com o elutriato de sedimento, assim como para as amostras da coluna d'água, a maioria dos pontos apresentou efeito crônico de toxicidade; 15) Em zona costeira, o monitoramento de águas indicou uma alteração na qualidade da água nos pontos localizados junto à foz do rio Doce, indicando potencial influência do material contendo rejeito. Entretanto, outros estudos apontam que essa região possui outras fontes poluentes não associadas ao rompimento da barragem e que também podem afetar a qualidade da água. Já para os estuários, aqueles pontos localizados no rio Doce, Barra Nova e Ipiranga apresentam maiores concentrações de alumínio, ferro e manganês, e correlação positiva com o aumento da turbidez e sólidos totais em suspensão. Por outro lado, os estuários de Piraquê-açu, Itaúnas e Cricaré apresentam menores concentrações desses parâmetros; 16) Os metais avaliados no sedimento nos pontos da zona costeira localizados logo ao sul da foz do rio Doce, em Regência (ZCS 05 e ZCS 06 - Linhares/ES), registraram as maiores concentrações de ferro, manganês, cobre e níquel. Entre os pontos dos estuários, as maiores concentrações de ferro e manganês no sedimento foram observadas no ponto na foz do rio Doce (ERD 01 - Linhares/ES); 17) Para a comunidade bentônica da zona costeira, Povoação (Linhares/ES) foi o ponto que apresentou menores valores de riqueza, densidade de organismos e índice de diversidade. Este ponto encontra-se relativamente próximo à foz do rio Doce, tendo sido observado valores em desconformidade com a legislação para uma série de parâmetros de qualidade de água e sedimento. Em relação à comunidade

bentônica de estuários, a baixa riqueza e diversidade encontrada no ponto localizado no estuário rio Doce pode ser consequência do impacto do rompimento da barragem, conforme visto também em estudos anteriores. A continuidade do monitoramento na bacia do rio Doce, zona costeira e estuarina, agregará consistência aos dados aqui apresentados, possibilitando uma melhor avaliação dos impactos decorrentes do rompimento da barragem de Fundão e o acompanhamento da recuperação dos ambientes atingidos pelo rejeito.

**Palavras-chave:** metais, monitoramento de água e sedimento, turbidez, rio Doce, controle de qualidade, bioindicadores.

## SUMÁRIO GERAL

<b>1 - APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>1/1</b>
<b>2 - EQUIPE TÉCNICA .....</b>	<b>1/1</b>
<b>3 - INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1/5</b>
<b>4 - OBJETIVOS .....</b>	<b>1/2</b>
<b>5 - MATERIAL E MÉTODO .....</b>	<b>1/55</b>
<b>6 - RESULTADOS</b>	
6.1 - Garantia e controle da qualidade (QA/QC) .....	1/24
6.2 - Aspectos físicos e a cobertura do solo .....	1/6
6.3 - Série histórica .....	1/11
6.4 - Rios doces e tributários	
6.4.1 - Água superficial .....	1/175
6.4.2 - Material particulado em suspensão e descarga sólida .....	1/24
6.4.3 - Sedimentos .....	1/88
6.4.4 - Testemunho .....	1/65
6.4.5 - Comunidades aquáticas .....	1/178
6.4.6 - Ensaio Ecotoxicológicos .....	1/16
6.4.7 - Estações automáticas .....	1/37
6.5 - Lagoas	
6.5.1 - Águas .....	1/72
6.5.2 - Sedimentos .....	1/25
6.5.3 - Testemunho .....	1/17
6.5.4 - Comunidades aquáticas.....	1/71
6.5.5 - Ensaio Ecotoxicológicos .....	1/16
6.6 - Zona costeira e estuários	
6.6.1 - Águas .....	1/87

6.6.2 - Sedimentos .....	1/50
6.6.3 - Comunidades aquáticas .....	1/48
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>1/25</b>
<b>GLOSSÁRIO .....</b>	<b>1/11</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>1/25</b>

## ANEXOS

*Anexo 2-1 - Anotação de Responsabilidade Técnica do responsável técnico*

*Anexo 5.1 - Mapa de Localização da Bacia do rio Doce e Zona Costeira e Estuarinas*

*Anexo 5.2 - Mapa dos Pontos de Amostragem de água e sedimento em rios, tributários e lagoas*

*Anexo 5.3 - Mapa de Localização das Estações de Amostragem de Água e Sedimentos no Trecho 01*

*Anexo 5.4 - Mapa de Localização das Estações de Amostragem de Água e Sedimentos no Trecho 02*

*Anexo 5.5 - Mapa de Localização das Estações de Amostragem de Água e Sedimentos no Trecho 03*

*Anexo 5.6 - Mapa de Localização das Estações de Amostragem de Água e Sedimentos no Trecho 04*

*Anexo 5.7 - Mapa de Localização das Estações de Amostragem de Água e Sedimentos em Estuários e Zona Costeira*

*Anexo 6.1-1 - Planilha de dados do PMQQS de agosto/2017 a janeiro/2018*

*Anexo 6.1-2 - Certificados de acreditação dos laboratórios contratados e subcontratados*

*Anexo 6.1-3 - Equipe técnica do laboratório contratado para as análises*

*Anexo 6.1-4 - Relatórios fotográficos das amostragens*

*Anexo 6.1-5 - Material de referência e Procedimentos*

*Anexo 6.1-6 - Laudos analíticos*

*Anexo 6.1-7 - Interlaboratoriais*

*Anexo 6.1-8 - Cadeias de custódia e fichas de campo*

*Anexo 6.1-9 - Consistência dos dados QAQC*

*Anexo 6.1-10 - Manutenção e calibração das sondas e observações de inconsistências*

*Anexo 6.1-11 - Relatórios de falhas das estações automáticas*

*Anexo 6.2-1 - Mapa de uso e ocupação da terra - Trecho 01*

*Anexo 6.2-2 - Mapa de uso e ocupação da terra - Trecho 02*

*Anexo 6.2-3 - Mapa de uso e ocupação da terra - Trecho 03*

*Anexo 6.2-4 - Mapa de uso e ocupação da terra - Trecho 04*

*Anexo 6.4.5-1 - Lista de táxons registrados no rio Doce e tributários ao longo dos quatro trechos monitorados ao longo de seis meses (agosto/2017 a janeiro/2018) tendo como base as amostras quali e quantitativas.*

*Anexo 6.4.5-2 - Densidade (ind.mL-1) de táxons registrados no rio Doce e tributários ao longo dos quatro trechos monitorados ao longo de seis meses (agosto/2017 a janeiro/2018)*

*Anexo 6.4.5-3 - Lista de táxons registrados no rio Doce e seus tributários nos quatro trechos monitorados, indicando os táxons raros (frequência <10% das amostras), comuns (entre 10% e 50%) e constantes (acima de 50% das amostras)*

*Anexo 6.4.5-4 - Lista de táxons em cada estação amostral monitorada no rio Doce e seus tributários nos seis meses (agosto/2017 a janeiro/2018), considerando sua contribuição para a unidade amostral. Espécies dominantes constituem aquelas com mais de 50% da densidade total*

- Anexo 6.4.5-5 - Densidade de cianobactérias (cel.ml-1) no rio Doce e seus tributários nos quatro trechos monitorados durante os seis meses (agosto/2017 a janeiro/2018).
- Anexo 6.4.5-6 - Lista de táxons registrados no rio Doce (RDO 03 - São D. Prata/MG e RDO 04 - Bom J. Galho/MG) e Gualaxo do Norte (RGN 01 - Mariana/MG) na campanha de novembro/2017 tendo como base as amostras quali e quantitativas.
- Anexo 6.4.5-7 - Densidade (ind.cm-2) dos táxons registrados no rio Doce (RDO 03 - São D. Prata/MG e RDO 04 - Bom J. Galho/MG) e Gualaxo do Norte (RGN 01 - Mariana/MG) na campanha de novembro/2017 tendo como base as amostras quali e quantitativas.
- Anexo 6.4.5-8 - Lista de táxons registrados no rio Doce (RDO 03 - São D. Prata/MG e RDO 04 - Bom J. Galho/MG) e Gualaxo do Norte (RGN 01 - Mariana/MG) na campanha de novembro/2017 tendo como base as amostras quali e quantitativas.
- Anexo 6.4.5-9 - Densidade (ind.cm-2) dos táxons registrados no rio Doce (RDO 03 - São D. Prata/MG e RDO 04 - Bom J. Galho/MG) e Gualaxo do Norte (RGN 01 - Mariana/MG) na campanha de novembro/2017 tendo como base as amostras quali e quantitativas.
- Anexo 6.4.5-10 - Lista de espécies da comunidade de macroinvertebrados bentônicos nos pontos amostrados nos rios e tributários nos meses de agosto/2017 a janeiro/2018
- Anexo 6.4.5-11 - Densidade da comunidade de macroinvertebrados bentônicos (ind.m-2) nos pontos amostrados nos rios e tributários nos meses de agosto/2017 a janeiro/2018
- Anexo 6.4.7-1 - Fichas das estações automáticas
- Anexo 6.4.7-2 - Relatório nível de alerta – Condutividade RDO 05 – outubro/2017
- Anexo 6.4.7-3 - Relatório nível de alerta – Condutividade RDO 08 – novembro/2017
- Anexo 6.5.4-1 - Lista de espécies da comunidade fitoplanctônica das lagoas monitoradas e nas respectivas profundidade 1 (Prof1), 2 (Prof2) e 3 (Prof3) nos meses de agosto/2017 a janeiro/2018, tendo como base nas amostras quali e quantitativas
- Anexo 6.5.4-2 - Densidade (ind.mL-1) de táxons registrados nas lagoas monitoradas e nas respectivas profundidade 1 (Prof1), 2 (Prof2) e 3 (Prof3) nos meses de agosto/2017 a janeiro/2018, tendo como base nas amostras quantitativas
- Anexo 6.5.4-3 - Lista de táxons registrados nas lagoas monitoradas, indicando os táxons raros (frequência <10% das amostras), comuns (entre 10% e 50%) e constantes (acima de 50% das amostras).
- Anexo 6.5.4-4 - Lista de táxons em cada estação amostral monitorada nas lagoas monitoradas e nas respectivas profundidade 1 (Prof1), 2 (Prof2) e 3 (Prof3) nos meses de agosto/2017 a janeiro/2018, tendo como base nas amostras quantitativas, considerando sua contribuição para a unidade amostral. Espécies dominantes constituem aquelas com mais de 50% da densidade total.
- Anexo 6.5.4-5 - Densidade de cianobactérias (cel.mL-1) nas lagoas monitoradas e nas respectivas profundidade 1 (Prof1), 2 (Prof2) e 3 (Prof3) nos meses de agosto/2017 a janeiro/2018
- Anexo 6.6.3-1 - Abundância total de organismos da macrofauna bentônica nos pontos amostrados na zona costeira no período de agosto/2017 a janeiro/2018
- Anexo 6.6.3-2 - Abundância total de organismos da meiofauna bentônica nos pontos amostrados na zona costeira no período de agosto/2017 a janeiro/2018
- Anexo 6.6.3-3 - Abundância total de organismos da macrofauna bentônica nos pontos amostrados em estuários no período de agosto/2017 a janeiro/2018
- Anexo 6.6.3-4 - Abundância total de organismos da meiofauna bentônica nos pontos amostrados em estuários no período de agosto/2017 a janeiro/2018