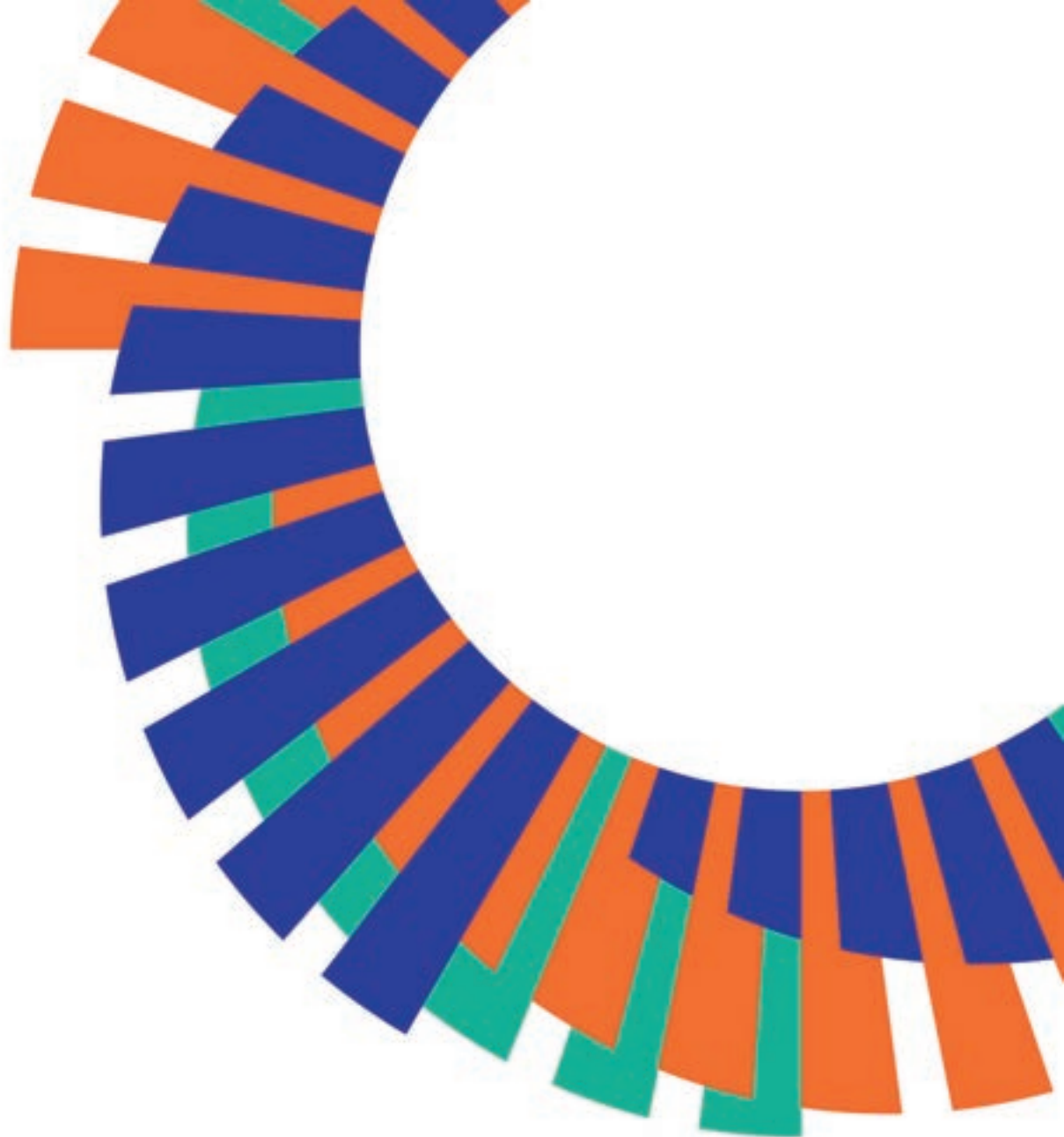




FUNDAÇÃO
renova

**PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO
SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTOS - PMQQS
REVISÃO BI-ANUAL DO PMQQS**

Maio/2021



**PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO
SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTOS - PMQQS**

Revisão Bi-anual do PMQQS

SUMÁRIO GERAL

CAPÍTULO 1 - DOCUMENTO-BASE	1
1.1 - Apresentação	1
1.2 - Equipe técnica	9
1.3 - Objetivo	10
1.4 - Legislação, normas e padrões aplicáveis	10
1.4.1 - Legislação aplicável	10
1.5 - Programa de monitoramento quali-quantitativo sistemático de água e sedimentos - PMQQS.....	11
1.5.1 - Contexto do programa	11
1.5.2 - Pontos de amostragem na Bacia do rio Doce.....	13
1.5.3 - Pontos de amostragem em estuários e zona costeira.....	22
1.5.4 - Estações de monitoramento automático	25
1.5.5 - Parâmetros a serem monitorados.....	29
1.5.6 - Frequência amostral.....	45
1.5.7 - Comunicação e gestão de informações.....	53
1.5.8 - Duração do PMQQS e revisões periódicas	56
1.6 - Referências bibliográficas	57
CAPÍTULO 2 – PROGRAMA DE GARANTIA E CONTROLE DE QUALIDADE (QA/QC)	59
2.1 - Apresentação	59
2.2 - Objetivo	59
2.3 - Metodologia.....	59
2.3.1 - Garantia da qualidade (QA).....	61
2.3.2 - Controle de qualidade (QC).....	63
2.4 - Sistema de gestão de dados.....	68
2.5 - Validação e qualificação dos dados	69
2.6 - Relatórios de avaliação e consistência dos dados	73
2.7 - Considerações finais	73
2.8 - Referências bibliográficas	76
3 - CAPÍTULO 3 - DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DE AMOSTRAGEM E ANÁLISE.....	78
3.1 - Apresentação	78
3.2 - Procedimentos de amostragem	78
3.2.1 - Procedimentos gerais de amostragem.....	80
3.2.2 - Procedimentos específicos para a amostragem nos rios e lagoas.....	85
3.2.3 - Procedimentos específicos para a amostragem na zona costeira e estuarina.....	104
3.3 - Procedimentos de análise	113
3.3.1 - Parâmetros físicos e químicos e bacteriológicos.....	113
3.3.2 - Parâmetros biológicos	121
3.3.3 - Ensaios ecotoxicológicos.....	128
3.4 - Referências bibliográficas	130

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 1 - Equipe técnica.	9
Quadro 1 2 - Legislação aplicável ao Programa de monitoramento de qualidade da água e sedimentos.	10
Quadro 1 3 – Divisão de trechos da bacia do rio Doce.	13
Quadro 1 4 – Pontos de amostragem manual, municípios, coordenadas e descrição para o monitoramento do rio Doce, tributários e lagoas adjacentes na bacia do rio Doce.	19
Quadro 1 5 – Pontos de amostragem, municípios, descrição e coordenadas geográficas do monitoramento da zona costeira e estuários.	24
Quadro 1 6 - Parâmetros de qualidade de água monitoradas pelas Estações Automáticas TIPO I e II.	25
Quadro 1 7 - Descrição das estações automáticas dos Tipos I e II.	26
Quadro 1 8 - Parâmetros para monitoramento da qualidade de água superficial nos pontos amostrais, com as respectivas metodologias analíticas, Limites de Quantificação (LQ) indicado para cada ambiente, bem como procedimento de preservação e armazenamento das amostras. Métodos entre parênteses referem-se a abertura da amostra. ZC = zona costeira.	32
Quadro 1 9 - Parâmetros para monitoramento da qualidade de sedimentos nos pontos amostrais, com as respectivas metodologias analíticas indicada para cada ambiente, bem como procedimento de preservação e armazenamento das amostras. Métodos entre parênteses referem-se a abertura da amostra. ZC = zona costeira.	39
Quadro 1 10 - Bioindicadores a serem avaliados no PMQQS.	42
Quadro 1 11 – Ensaio ecotoxicológicos definidos por ambiente, organismo e métodos.	44
Quadro 1 12 – Resumo dos pontos amostrais em que são coletadas amostras para ensaios ecotoxicológicos, por profundidade de coleta de água.	45
Quadro 1 13 – Frequência de amostragem para qualidade de água e sedimento no rio Doce, tributários, lagoas, estuários e zona costeira.	47
Quadro 2 1 – Validadores aplicados ao Banco de Dados, conforme NT nº 16 e 80 – GTA-PMQQS.	70
Quadro 2 2 – Qualificadores aplicados aos resultados validados.	72
Quadro 3 1 - Amostrador indicado de acordo com as características do curso d'água.	99
Quadro 3 2 - Faixas de uso para as análises em campo.	114
Quadro 3 3 – Métodos de análise em laboratório.	117
Quadro 3 4 – Resumo dos métodos de coleta e análise dos parâmetros avaliados em laboratório.	118
Quadro 3 5 - Ensaio ecotoxicológicos propostos.	128

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 1 - Linha do tempo para os principais eventos e decisões a respeito do Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos.	7
Figura 2 1 – Fluxograma com as etapas metodológicas adotadas no Programa de Garantia e Controle de Qualidade (QA/QC).	75

LISTA DE ANEXOS

Anexo A	Anotação de Responsabilidade Técnica do Coordenador
Anexo B	Mapa Pontos de Monitoramento PMQQS
Anexo C	Notas Técnicas GTA-PMQQS

1 - CAPÍTULO 1 - DOCUMENTO-BASE

1.1 - Apresentação

Em 5 de novembro de 2015, uma barragem de rejeitos da mineradora Samarco (barragem de Fundão) rompeu liberando aproximadamente 43,7 milhões de m³ de rejeitos. Uma parte, aproximadamente 7 milhões de metros cúbicos, ficou retida dentro da própria área da mineradora. O restante desceu pelo córrego Santarém e seguiu pelos rios Gualaxo do Norte, do Carmo e Doce até o mar. No trajeto da onda de lama, cerca de 20 milhões de m³ se espalharam por calhas, margens e planícies dos cursos d'água até a Usina Hidrelétrica (UHE) Risoleta Neves, distante 113 km de Fundão. Calcula-se que 10 milhões de m³ tenham se depositado ao longo do reservatório da usina hidrelétrica (UHE) Risoleta Neves. O restante, a parte mais fina do rejeito, passou por esta barragem. A onda de lama atingiu cerca de 550 km da represa da UHE Risoleta Neves, depositando-se ao longo da calha do rio Doce e no estuário (foz do rio Doce) até alcançar o mar (RENOVA, 2018). Como consequência, as alterações na qualidade da água causaram interrupção no fornecimento de água à população dos municípios e distritos cujos sistemas de abastecimento são diretamente dependentes do rio Doce. Além desse, entre outros impactos do rompimento da barragem que afetaram os usos da água, podem ser destacados os impactos na geração de energia hidrelétrica, na atividade industrial, na irrigação e pecuária, na pesca, na balneabilidade e no turismo.

Em decorrência do rompimento na barragem da Samarco, em março de 2016 foi assinado um Termo de Transição e Ajustamento de Conduta - TTAC entre os Governos Federal, dos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo, Samarco e suas acionistas VALE S.A. e BHP Billiton Brasil Ltda. Considerando a dimensão do desastre, a extensão temporal e física das ações reparatórias e compensatórias previstas, e o volume de recursos necessários, o referido TTAC estabeleceu que o processo de recuperação seria feito por uma organização autônoma, de direito privado e sem fins lucrativos. Assim foi criada a Fundação Renova. As ações reparatórias e compensatórias foram divididas em Programas Socioambientais e

Socioeconômicos. Em junho de 2018, a Fundação Renova, as empresas Samarco, BHP e Vale e os ministérios públicos e defensorias de âmbito federal e dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, assinaram o TAC (Termo de Ajustamento de Conduta) Governança. Este acordo cria instâncias para a inclusão popular nas estruturas de tomada de decisão dos programas.

Dentre as ações de preservação e segurança ambiental, o TTAC aborda o Programa de investigação e monitoramento da bacia do rio Doce, áreas estuarinas e costeiras impactadas, englobando as seguintes cláusulas: **CLÁUSULA 177:** *A FUNDAÇÃO deverá desenvolver e implantar um programa de monitoramento quali- quantitativo sistemático (PMQQS) de água e sedimentos, de caráter permanente, abrangendo também a avaliação de riscos toxicológicos e ecotoxicológicos na ÁREA AMBIENTAL 1, de acordo com o estudo, para definição e instalação de uma rede de monitoramento constituída por equipamentos automatizados, coleta de amostras de águas e sedimentos e ensaios de laboratório, até dezembro de 2016, aprovado pelos ÓRGÃOS DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS e pelos ÓRGÃOS AMBIENTAIS.*

PARÁGRAFO PRIMEIRO. *A rede referida no caput deverá estar implantada e apta à operação até o último dia útil de julho de 2017.*

PARÁGRAFO SEGUNDO. *O projeto da rede de monitoramento, bem como a localização das estações serão aprovados pelos ÓRGÃOS DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS e pelos ÓRGÃOS AMBIENTAIS.*

CLÁUSULA 178: *Além da rede de monitoramento referida, a FUNDAÇÃO deverá planejar e implementar um plano de monitoramento quali-quantitativo das águas do Rio Doce e seus tributários, em função das intervenções da FUNDAÇÃO que vierem a ser realizadas para detectar, acompanhar e registrar eventuais impactos de intervenções estruturais implementadas pela FUNDAÇÃO na ÁREA AMBIENTAL 1, para atender operações de remoção ou recuperação ambiental de áreas ou trechos do Rio Doce e sua planície de inundação, tais como dragagens e remoção de resíduos e demais intervenção decorrentes deste Acordo.*

CLÁUSULA 179: *O plano de monitoramento será aprovado pelos ÓRGÃOS DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS e pelos ÓRGÃOS AMBIENTAIS competentes.*

De acordo com o TTAC é definida como “Área Ambiental 1” as áreas atingidas pela deposição de rejeitos nas calhas e margens dos rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce, considerando os respectivos trechos de seus formadores e tributários, bem como as regiões estuarinas, costeiras e marinhas na porção impactada pelo rompimento da barragem.

Em 4 de novembro de 2016, o Ofício nº 38/2016/AP-GF-ANA (parte do anexo da Deliberação do Comitê Interfederativo – CIF nº 17, de 18 de agosto de 2016) foi emitido pela Câmara Técnica de Segurança Hídrica e Qualidade de Água (CT-SHQA), contendo a **Proposta de Conteúdo Mínimo para o Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos (PMQQS)**, que visava orientar, conforme Cláusula 177 do TTAC, a elaboração do PMQQS pela Fundação. O anexo da Deliberação CIF nº17 também apresenta a Nota Técnica DT/Monitoramento Marinho nº 016/2016, emitida pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA) do Espírito Santo, com a **Proposta de Conteúdo Mínimo para o Programa de Monitoramento das Águas e Sedimentos da Zona Costeira e Estuários**. A Cláusula 178 do mesmo Ofício nº 38/2016/AP-GF-ANA contemplou o conteúdo mínimo para o monitoramento dos impactos na qualidade da água das intervenções na Área Ambiental 1, que se encontra no item **VII – Plano de Monitoramento Quali-quantitativo de Vigilância para Avaliação de Impactos**.

A Fundação Renova elaborou um programa de monitoramento baseado nestes conteúdos mínimos encaminhados, bem como atualizações decorrentes de visitas de campo para alocação de pontos de coleta. A primeira versão do programa foi protocolada em 23 de dezembro de 2016. Em 10 de fevereiro de 2017, a CT-SHQA emitiu as Notas Técnicas nº 07 e nº 08. A primeira, que tratava da *Avaliação do Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos (PMQQS)*, apresentou uma análise do atendimento da Deliberação CIF nº 17 e teve como objetivo apresentar a manifestação de representantes dos órgãos de gestão de recursos hídricos e órgãos ambientais competentes (conforme Cláusula 177

do TTAC) acerca dos itens a serem alterados e complementados no Programa de Monitoramento Quali-qualitativo da Água e Sedimentos pela Fundação Renova. A Nota Técnica nº 08 tratou da *Complementação da Proposta de Conteúdo Mínimo para o Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos (PMQQS)*, com o objetivo de registrar a manifestação da CT-SHQA sobre os itens a serem complementados no PMQQS sob responsabilidade de execução pela Fundação Renova. A Fundação Renova incorporou solicitações constantes nas Notas Técnicas nº 07 e 08 e apresentou a segunda versão do PMQQS em 07/03/2017. Mais tarde, a Deliberação CIF nº 53 de 31 de março de 2017 aprovou a segunda versão do PMQQS, desde que fossem incorporadas ao documento apresentado as recomendações ressaltadas na Nota Técnica nº10 da CT-SHQA no prazo de 5 dias, devendo a Fundação Renova implementar imediatamente o PMQQS.

Dessa maneira, o monitoramento teve início em 31 de julho de 2017, considerando pontos de monitoramento na bacia do rio Doce, lagoas do baixo rio Doce, zona costeira e estuarina, somando um total de 92 pontos de amostragem. Além das coletas manuais com frequência mensal, também foi implementada uma rede de monitoramento em tempo real de nível de água, parâmetros meteorológicos (pluviosidade e temperatura do ar) e de qualidade de água (temperatura da água, oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, turbidez, clorofila-*a*, ficocianina), que conta com 22 estações automáticas. O monitoramento atual atende às demandas dos órgãos reguladores: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio, Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo – IEMA e Agência Estadual de Recursos Hídricos – AGERH.

Como parte do escopo do PMQQS, sua revisão é prevista para ocorrer a cada dois anos com apoio do grupo técnico de acompanhamento (GTA-PMQQS), instituído pela Deliberação CIF nº77 de 27 de junho de 2017 e composto por representantes de órgãos de

gestão de recursos hídricos e de meio ambiente da união e dos Estados responsáveis pela elaboração da proposta de conteúdo mínimo do Programa.

Dessa forma, nos dias 14 e 15 de agosto de 2019, foi realizado o Seminário de Revisão Bianual do PMQQS, com objetivo de se obter subsídios para a elaboração de proposta de revisão do programa. O evento reuniu dezenas de participantes, sendo o público multidisciplinar composto por: membros da Câmara Técnica de Segurança Hídrica e Qualidade da Água (CT-SHQA); da Câmara Técnica de Gestão de Rejeitos e Segurança Ambiental (CT-GRSA); da Câmara Técnica de Reconstrução e Recuperação de Infraestrutura (CT Infra); da Câmara Técnica de Conservação e Biodiversidade (CT-Bio); da Câmara Técnica de Educação, Cultura, Lazer, Esporte e Turismo (CT-ECLET); da Câmara Técnica de Restauração Florestal e Produção de Água (CT FLOR); do Grupo de Assessoramento Técnico ao Comitê Interfederativo (GAT); especialistas contratados pelo Ministério Público Federal (Ramboll/Lactec); representantes do Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Doce (CBH Doce); da Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH); do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM); da Agência Nacional das Águas (ANA); da Rede Rio Doce Mar (RRDM); da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG); dos Municípios e população Atingidos; da Fundação Renova (FRE); e do GTA-PMQQS, totalizado cerca de 60 participantes. Neste seminário, foram discutidas as diretrizes para revisão bianual do programa, a partir de uma metodologia de construção coletiva na busca de convergência das sugestões apresentadas.

Após o seminário, foram emitidas as Notas Técnicas nº 46, 54, 55 e 56 do GTA-PMQQS, contendo diretrizes para a primeira revisão bianual do programa. A Nota Técnica nº 56 foi aprovada na íntegra pela Deliberação CIF nº 383 de 6 de fevereiro de 2020. Desta forma, este documento apresenta uma atualização do Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos- PMQQS, considerando as instruções contidas nas Notas Técnicas mencionadas acima. Estas notas técnicas, além de outras que apontaram

diretrizes para a adequação do programa de monitoramento, podem ser acessadas em:
<http://www.ibama.gov.br/cif>.

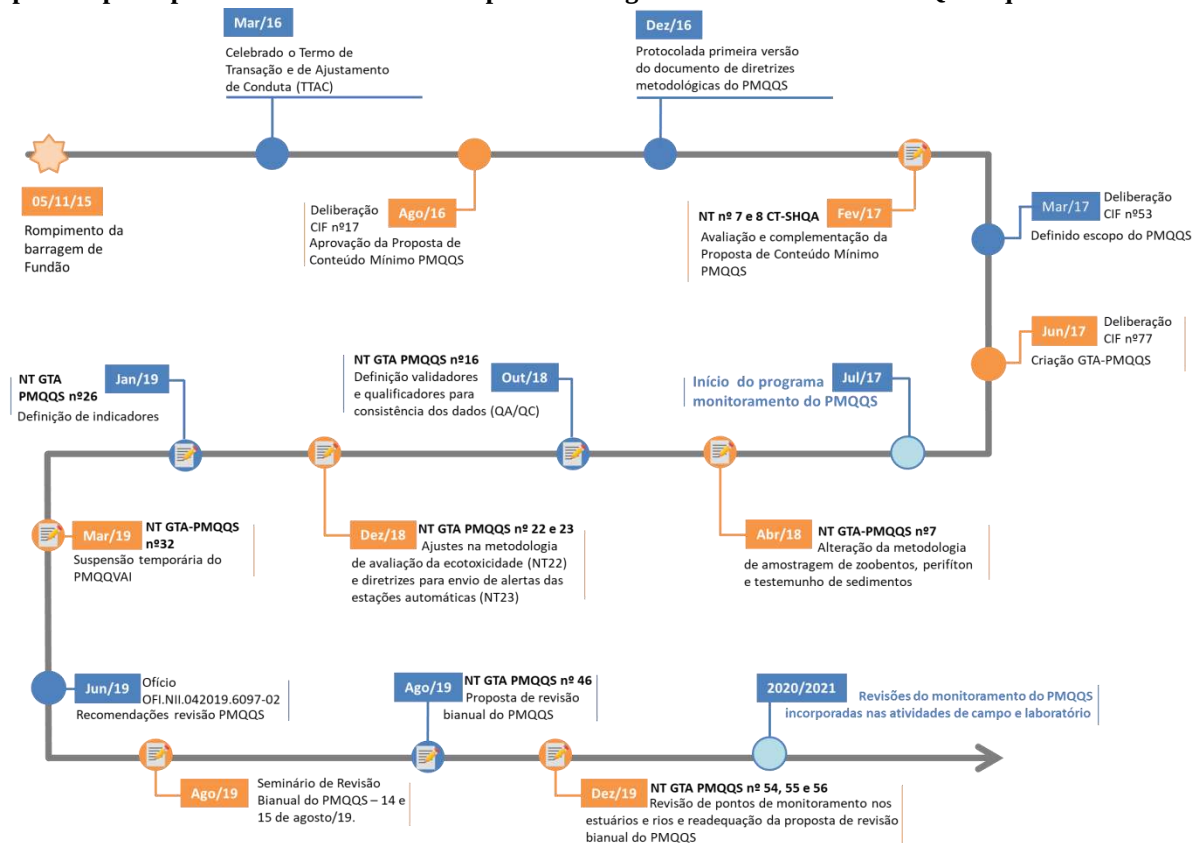
A **Figura 1-1** sintetiza temporalmente os principais eventos acerca do PMQQS desde sua deliberação até a fase de revisão bianual.

PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTOS - PMQQS

Revisão Bi-anual do PMQQS

3474-00-QQS-RL-0001-02

Figura 1-1 - Linha do tempo para os principais eventos e decisões a respeito do Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos.



O conteúdo das seções deste documento contempla: Objetivos; Legislação, normas e padrões aplicáveis; diretrizes do Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos; Comunicação e gestão de informações; Duração do PMQQS e Revisões periódicas.

Os procedimentos do protocolo de controle e segurança da qualidade dos resultados (QA/QC) que se aplicam aos procedimentos de amostragem e análise de amostras de água e sedimento são apresentados no **Capítulo 2**. Os procedimentos detalhados de amostragem e análise são apresentados no **Capítulo 3**.

1.2 - Equipe técnica

A equipe técnica da Ecology Brasil, responsável pela elaboração deste documento, é apresentada no **Quadro 1-1**. O **Anexo A** apresenta a anotação de Responsabilidade Técnica do responsável técnico.

Quadro 1-1 - Equipe técnica.

PROFISSIONAL DA ECOLOGY BRASIL E E&E	FORMAÇÃO	FUNÇÃO	REGISTRO GERAL/CTF IBAMA
Michele Lima	Bióloga, mestre em Ecologia (UFJF)	Coordenação Geral	CRBio 62141/04 CTF 4905761
Déborah Regina de Oliveira e Silva	Bióloga, mestre e doutora em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre (UFMG)	Coordenação Técnica	CRBio 87804/04 CTF 5810376
Carolina Davila Domingues	Bióloga (UNISINOS/RS), mestre em Botânica (UFRGS) e doutora em Botânica (UFRJ)	Elaboração e revisão	CRBio 53691/03 CTF 3312907
Jefferson Rocha da Silva	Oceanógrafo (UERJ)	Elaboração e revisão	CTF 7157608
Maria Isabel de Almeida Rocha	Bióloga (UNIRIO), mestre e doutora em Biofísica (UFRJ)	Elaboração e revisão	CRBio 29943/02 CTF 7176839
Petrus Magnus Amaral Galvão	Biólogo, mestre em Ecologia e doutor em Biofísica (UFRJ)	Elaboração e revisão	CRBio 115214/02 CTF 499671
Rafael Azevedo	Biólogo (UNIGRANRIO), mestre em Ecologia (UFJF) e doutor em Ecologia e Evolução (UERJ)	Elaboração e revisão	CRBio 65746/02 CTF 2978596I
Vinicius de Paiva Andrade	Engenheiro Ambiental	Elaboração e revisão	CREA 2019102299-RJ
Vanessa Souza Romão	Analista de sistemas	Editoração	IFP 104.169.94-1

1.3 - Objetivo

Este documento visa atender ao disposto nos documentos referentes ao processo de revisão bianual do Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos - PMQQS. Assim, o objetivo geral e os objetivos específicos do programa são descritos abaixo:

- **Objetivo Geral do PMQQS:** Gerar e disponibilizar para o sistema CIF, instituições públicas e privadas e a população em geral, um banco de dados confiável, de qualidade e quantidade de água e sedimentos, com parâmetros físicos, químicos e biológicos da área ambiental I definida do TTAC, por um período de 10 anos.
- **Objetivos Específicos do PMQQS:** i) definição de pontos, parâmetros e frequência; ii) definição de procedimentos e metodologias de coleta e análises laboratoriais; iii) definição de critérios de qualificação e validação dos dados gerados; iv) armazenamento dos dados em banco de dados; v) disponibilização dos dados de forma a atender a cláusula 12 do TTAC; vi) avaliação periódica do programa.

1.4 - Legislação, normas e padrões aplicáveis

1.4.1 - Legislação aplicável

O **Quadro 1-2** apresenta os principais instrumentos legais aplicáveis ao Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos (PMQQS).

Quadro 1-2 - Legislação aplicável ao Programa de monitoramento de qualidade da água e sedimentos.

DISPOSITIVO LEGAL	DESCRIÇÃO
Resolução CONAMA 357/2005	Dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências.
Deliberação Normativa Conjunta COPAM/ CERH-MG 01/2008	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
Resolução CONAMA 454/2012	Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional e revoga as Resoluções nº 344 de 2004 e nº 421 de 2010.

Apesar de a Resolução CONAMA 454/2012 ser aplicável para o propósito de avaliação de sedimentos a serem dragados de corpos d'água, esta resolução será utilizada como referência para avaliar a qualidade do sedimento, uma vez que não existe na legislação brasileira outra norma específica para padrões de qualidade de sedimento no ambiente. Também poderão ser utilizados os valores do marco superior do banco de dados do Atlas geoquímico da bacia do rio Doce (CPRM, 2016) como referência para avaliação dos resultados de sedimentos em pontos do rio Doce ou outras literaturas disponíveis.

1.5 - Programa de monitoramento quali-quantitativo sistemático de água e sedimentos - PMQQS

1.5.1 - Contexto do programa

A rede de monitoramento proposta pelo documento anexo à Deliberação CIF nº 17, e adotada para a elaboração do PMQQS é basicamente uma rede de tendência, ou seja, é definida em pontos estratégicos para o acompanhamento da evolução da qualidade das águas, a identificação de tendências e o apoio à elaboração de diagnósticos.

Seguindo a mesma abordagem utilizada no documento anexo à Deliberação CIF nº 17, este Programa de monitoramento será apresentado em termos de macrolocalização (associada aos objetivos da rede) e microlocalização (envolve a definição do local exato onde será feito o monitoramento). Assim, foram mantidas as subdivisões da bacia do rio Doce em 4 trechos separados entre si pelas Usinas Hidrelétricas (UHEs) Risoleta Neves (Barragem Candonga), Baguari e Aimorés. O **Anexo B** apresenta a visão geral de todo trecho monitorado.

A malha amostral do PMQQS foi revisada, conforme descrito nas Notas Técnicas nº 46, 54, 55 e 56 (**Anexo C**), seguindo os seguintes critérios e orientações:

- Inclusão de pontos nos reservatórios das UHEs Risoleta Neves, Baguari, Aimorés e Mascarenhas: conhecer e monitorar as características da água e sedimentos nos reservatórios, visto que estes são pontos preferências na deposição de sedimentos finos; ausência de dados destes locais para realizar análises mais rebuscadas sobre a qualidade ambiental do rio Doce e sobre a tendência destes; relevância no processo de contenção do rejeito que se situa sedimentado no leito dos corpos hídricos; contam com histórico de monitoramento mesmo antes do rompimento da barragem de Fundão.
- Readequação de algumas estações que se encontram próximas uma da outra;
- Revisão de pontos amostrais que apresentam conflitos para acesso;
- Necessidade de se monitorar mais efetivamente a contribuição urbana de determinados pontos;
- Necessidade de monitoramento em trechos de rios descobertos pela malha amostral inicialmente proposta no PMQQS;
- Deslocamentos de pontos para regiões mais profundas e representativas em lagoas;
- Deslocamento de pontos em estuários que se encontravam em áreas instáveis, rasas, em bancos de areia ou sob forte influência de corrente de maré;
- Alinhamento de alguns pontos amostrais para coincidirem com outros monitoramentos realizados;
- Exclusão de pontos de coleta em estuários e zona costeira da Bahia, considerando a falta de efetividade das ações de intervenção que visam a recuperação da bacia do rio Doce nestes locais e que a atual malha amostral não é suficiente para caracterizar a qualidade da água e sedimento nestes;

1.5.2 - Pontos de amostragem na Bacia do rio Doce

A malha amostral considerando-se a revisão bianual do PMQQS para o sistema do rio Doce, tributários e lagoas marginais, separada por trechos de estudo, é apresentada no **Quadro 1-3**.

Quadro 1-3 – Divisão de trechos da bacia do rio Doce.

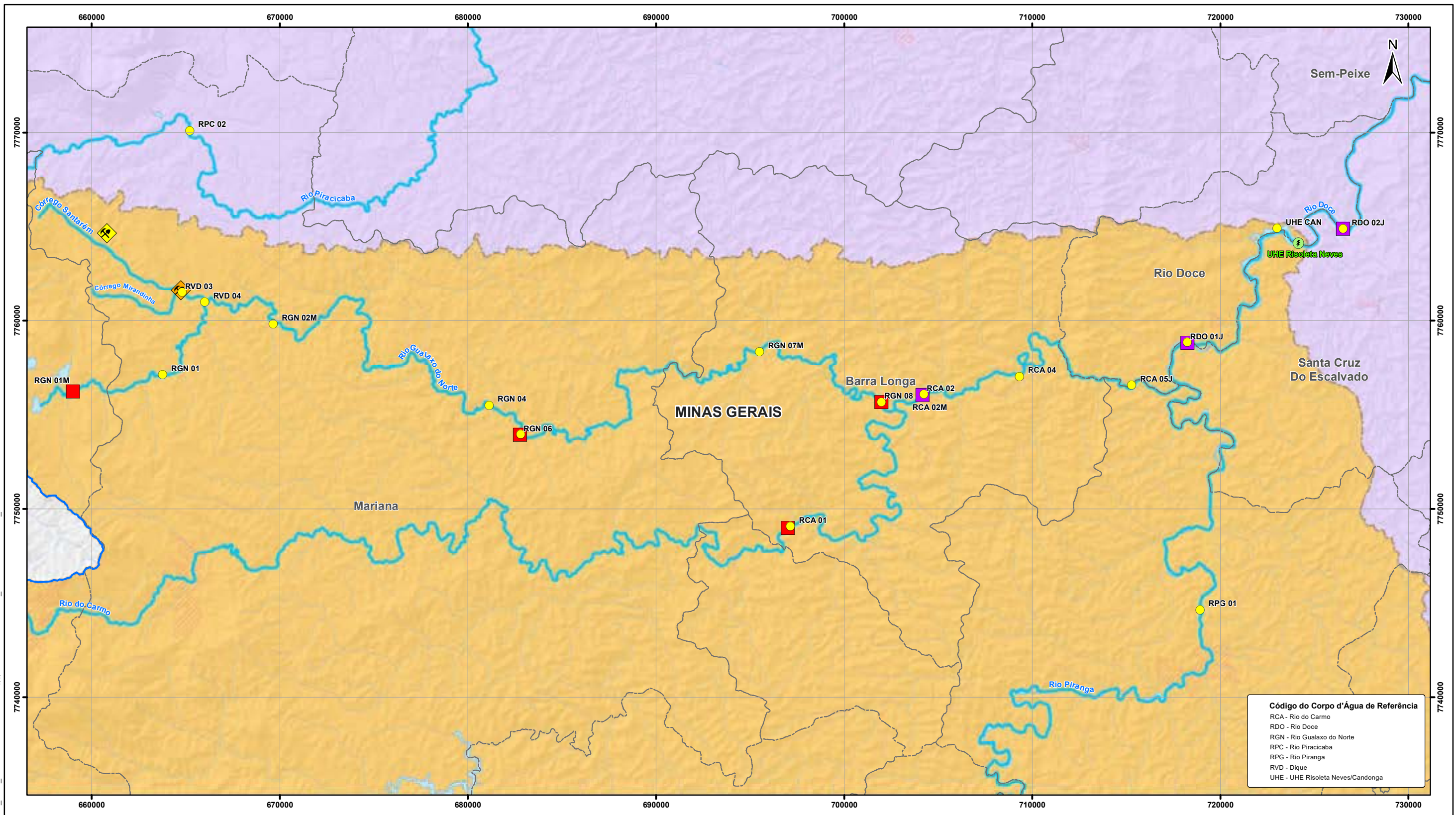
TRECHOS	LIMITES DOS TRECHOS	DESCRIÇÃO
01	Mina Samarco até a UHE Risoleta Neves	O primeiro trecho compreende 15 (quinze) pontos de amostragem, com 2 (dois) deles em locais não impactados pelo rompimento da barragem de Fundão. Analisando por rio tem-se: 6 (seis) localizados no rio Gualaxo do Norte, 4 (quatro) no rio do Carmo, 2 (dois) no córrego Santarém, em vertedouros de barramentos, 1 (um) no rio Piranga e 2 (dois) no rio Doce, sendo um deles no reservatório da UHE Risoleta Neves (Candonga).
02	UHE Risoleta Neves até UHE Baguari	O segundo trecho possui 11 (onze) pontos de amostragem, sendo 05 (cinco) em áreas não impactadas pelo rompimento da barragem de Fundão. Analisando por rio tem-se: 02 (dois) pontos no rio Piracicaba, 01(um) no rio Matipó 02 (dois) no rio Santo Antônio, e 06 (seis) no rio Doce, incluindo o reservatório da UHE Baguari.
03	UHE Baguari até UHE Aimorés	O terceiro trecho é formado por 9 (nove) pontos, sendo 3 (três) em locais não impactados pelo rompimento da Barragem de Fundão. Analisando por rio tem-se: 01 (um) no rio Suaçuí Grande, 1 (um) no rio Caratinga, 1 (um) no rio Manhauçu e 6 (seis) no rio Doce, incluindo o reservatório da UHE Aimorés.
04	UHE Aimorés até a Foz	O quarto trecho é formado por 21 (vinte) pontos, sendo 6 (seis) no rio Doce, incluindo a UHE Mascarenhas, 2 (dois) pontos no rio Guandu e outros 13 (treze) pontos em lagoas localizadas nas cidades de Colatina/ES e Linhares/ES.

No processo de revisão bianual do PMQQS, a malha amostral foi otimizada, considerando reposicionamento, adição e supressão de alguns pontos, conforme diretrizes das NTs nº 54, 55 e 56.

- Pontos adicionados em rios: um ponto no rio Doce (RDO 09J), um no rio Guandu (RGU 02) e um ponto em cada reservatório que compõem o sistema do rio Doce: Risoleta Neves (UHE CAN), Baguari (UHE BAG), Aimorés (UHE AIM), e Mascarenhas (UHE MAS);
- Pontos suprimidos em rios: dois pontos no rio Gualaxo do Norte (RGN 03 e RGN 05), um ponto no rio Piracicaba (RPC 01) um ponto no rio Doce (RDO 13) e dois no rio do Carmo (RCA 03 e RCA 06);

- Pontos suprimidos em lagoas: a lagoa do Areão passa a ter um único ponto amostral, com localização coincidente ao ponto E23 da cláusula 165 do TTAC. Este ponto será renomeado para LAO 01R, sendo excluídos os pontos LAO 01 e LAO 02 nesta mesma lagoa.
- Pontos realocados em rios: Os pontos realocados foram renomeados conforme sua disposição no corpo hídrico, de modo que o ponto realocado a montante do ponto original, recebeu a letra “M” ao seu código e, se a jusante, a letra “J”. Pontos foram deslocados a montante no rio Gualaxo do Norte, sendo estes: o ponto RGN 02 M e RGN 07 M. Pontos deslocados a jusante ocorreram: no rio do Carmo, RCA 05J; no rio Piracicaba, RPC 03J; no rio Matipó, RMA 01J; e no rio Doce, os pontos RDO 01J, RDO 02J;
- Pontos realocados nas lagoas: Os pontos das lagoas foram realocados para coincidir com pontos da cláusula 165 ou para ficarem localizados em área central, visando uma melhor caracterização limnológica. Assim, estes pontos passaram a receber a letra “R” em seu código, sendo, portanto, LNV 02R, LNV 03R, LJP 02R, LLM 03R, LMN 02R e LAO 01R.

O **Quadro 1-4** apresenta todos os pontos amostrais com suas descrições e posições geográficas, separados por trechos para os rios e lagoas, contendo as alterações citadas. Cabe destacar, que neste documento as coordenadas geográficas dos pontos amostrais foram atualizadas em consonância com as informações cadastradas no GIS da Fundação Renova. O mapa de localização (visão geral dos pontos amostrais) e o detalhamento de cada trecho de estudo encontra-se no (**Anexo B**). Abaixo são apresentados em detalhes os trechos 01, 02, 03 e 04.



Código do Corpo d'Água de Referência
RCA - Rio do Carmo
RDO - Rio Doce
RGN - Rio Gualaxo do Norte
RPC - Rio Piracicaba
RPG - Rio Piranga
RVD - Dique
UHE - UHE Risoleta Neves/Candonga

Convenções Cartográficas

- Limite Municipal
- ~ Curso d'Água Permanente
- Corpo d'Água
- Área Urbana

Legenda

- Pontos Amostrais Rios e Lagoas
- Pontos Amostrais Estações Automáticas Tipo I com turbidez
- Pontos Amostrais Estações Automáticas Tipo II
- Barragem de Fundação
- Barragem de Santarém
- Usina Hidrelétrica
- Rios Monitorados
- Limite da Bacia Hidrográfica do Rio Doce
- Divisão de Trechos da Bacia do Rio Doce**
- Trecho 01
- Trecho 02

Mapa de Situação



Escala Gráfica

Escala 1:200.000
3 1,5 0 3 6
Quilômetros
Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
Datum Horizontal: SIRGAS 2000
Origem da quilometragem: Equador e Meridianos -45° de Gr.
acrescidas as constantes 10.000 km e 500 km, respectivamente.

Referência

- Base Contínua Vetorial ao Milionésimo - IBGE, 2016;
- Pontos Amostrais - Renova/GTA, 2020;
- Malha Municipal Digital - IBGE, 2018;
- Relevo Sombreado (Topodata) - INPE, 2011.

Cliente



Execução



Projeto

PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO
SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTO (PMQQS)

Título

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES
DE AMOSTRAGEM DE ÁGUA E SEDIMENTOS DO TRECHO 01

Elaboração: Danielle Vilela

Visto:

Aprovado:

Responsável Técnico: Isabel Rocha

Data: dezembro de 2020

Mapa n°: 3463-00-PMQQS-REL-2019-MP-1002

Revisão: 01



Código do Corpo d'Água de Referência
RCR - Rio Caratinga
RDO - Rio Doce
RGU - Rio Guandu
RMH - Rio Manhuaçu
RSG - Rio Suaçu Grande
UHE - UHE Almorés
UHE - UHE Baguari

Convenções Cartográficas

- Limite Estadual
- Limite Municipal
- ~ Curso d'Água Permanente
- Corpo d'Água
- Área Urbana

Legenda

- Pontos Amostrais Rios e Lagoas
- Pontos Amostrais Estações Automáticas Tipo I
- Pontos Amostrais Estações Automáticas Tipo II
- Usina Hidrelétrica
- Rios Monitorados
- Limite da Bacia Hidrográfica do Rio Doce

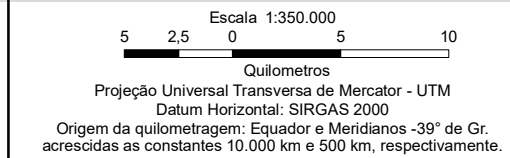
Divisão de Trecho da Bacia do Rio Doce

- Trecho 02
- Trecho 03
- Trecho 04

Mapa de Situação



Escala Gráfica



Referência

- Base Contínua Vetorial ao Milionésimo - IBGE, 2016;
- Pontos Amostrais - Renova/GTA, 2020;
- Malha Municipal Digital - IBGE, 2018;
- Relevo Sombreado (Topodata) - INPE, 2011.

Cliente



Projeto

PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTO (PMQQS)

Título

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM DE ÁGUA E SEDIMENTOS DO TRECHO 03

Elaboração: Danielle Vilela

Visto:

Aprovado:

Responsável Técnico: Isabel Rocha

Data: dezembro de 2020

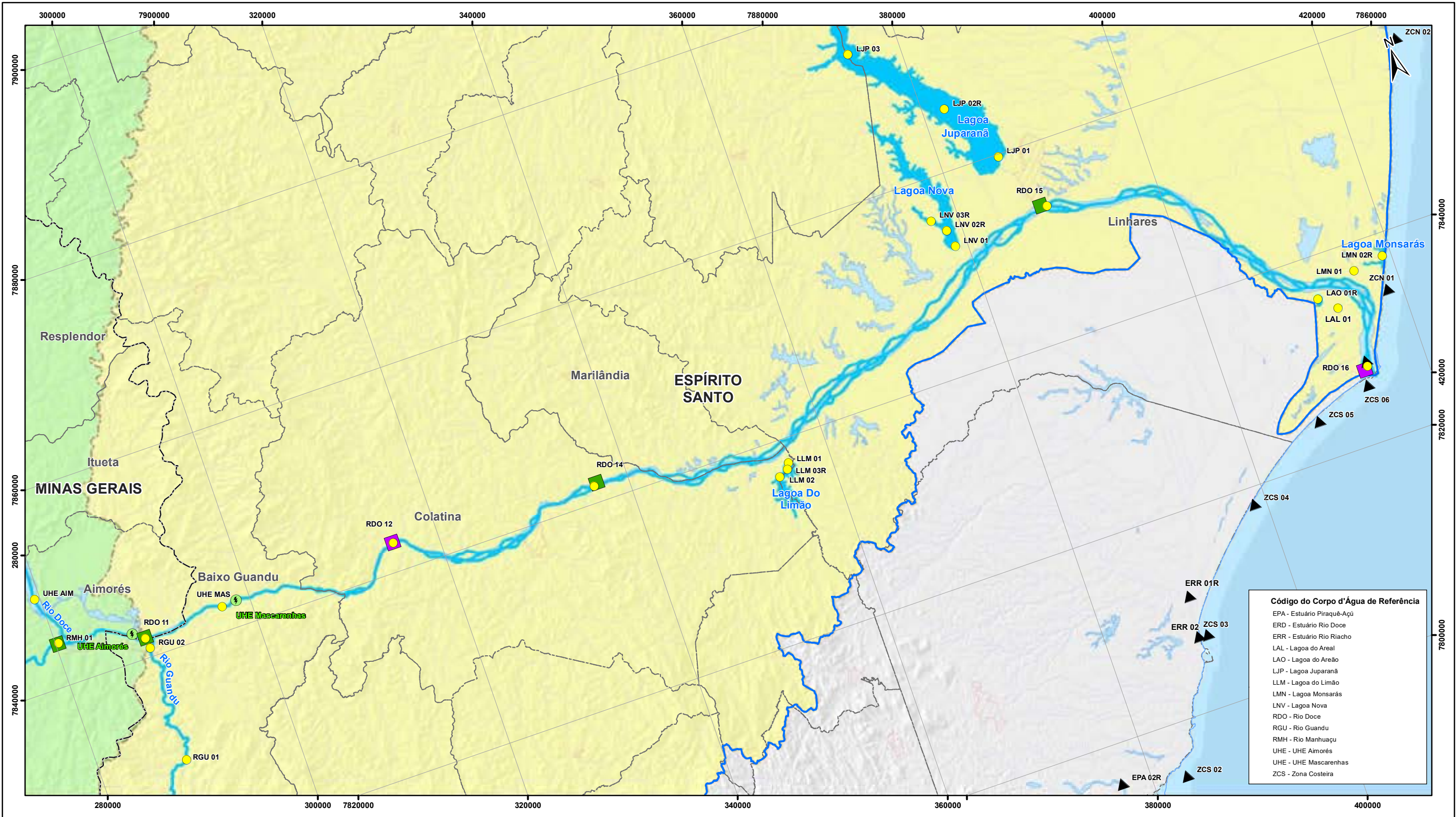
Mapa n°: 3463-00-PMQQS-REL-2019-MP-1002

Revisão: 01

Execução



© Ecology & Environment do Brasil GIS Department
L:\3463_Monitoramento_Bacia_Rio_Doce\PMQQS\Revisao_Bianual_2020_REV01\MXD\3463-00-PMQQS-REL-2020-MP-1002_LocalizacaoTrecho04_24S.mxd 23/12/2020



Convenções Cartográficas --- Limite Estadual --- Limite Municipal ~ Curso d'Água Permanente - Corpo d'Água - Área Urbana	Legenda - Pontos Amostrais Rios e Lagoas - Pontos Amostrais Zona Costeira e Estuários - Pontos Amostrais Estações Automáticas Tipo I - Pontos Amostrais Estações Automáticas Tipo II - Usina Hidrelétrica - Rios Monitorados - Limite da Bacia Hidrográfica do Rio Doce Divisão de Trechos da Bacia do Rio Doce - Trecho 03 - Trecho 04	Mapa de Situação	Escala Gráfica Escala 1:380.000 5 2,5 0 5 10 Quilômetros Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM Datum Horizontal: SIRGAS 2000 Origem da quilometragem: Equador e Meridianos -39° de Gr. acrescidas as constantes 10.000 km e 500 km, respectivamente. Referência - Base Contínua Vetorial ao Milionésimo - IBGE, 2016; - Pontos Amostrais - Renova/GTA, 2020; - Malha Municipal Digital - IBGE, 2018; - Relevo Sombreado (Topodata) - INPE, 2011.	Cliente	Execução
Projeto PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTO (PMQQS)					
Título MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM DE ÁGUA E SEDIMENTOS DO TRECHO 04					
Elaboração: Danielle Vilela		Visto:		Aprovado:	
Responsável Técnico: Isabel Rocha				Data: dezembro de 2020	
Mapa n°: 3463-00-PMQQS-REL-2019-MP-1002				Revisão: 01	

Quadro 1-4 – Pontos de amostragem manual, municípios, coordenadas e descrição para o monitoramento do rio Doce, tributários e lagoas adjacentes na bacia do rio Doce.

CURSO D'ÁGUA	CÓDIGO	NOME DO PONTO	SITUAÇÃO APÓS REVISÃO PMQQS (NT 55 e 56)	MUNICÍPIO	DESCRIÇÃO DO PONTO DE AMOSTRAGEM	ESTAÇÃO DO IGAM COINCIDENTE	ESTAÇÃO DA AGERH COINCIDENTE	COORDENADAS GEOGRÁFICAS LATITUDE	LONGITUDE
Trecho 1 - Mina Samarco até UHE Risoleta Neves (Candonga)									
Córrego Santarém	RVD 03	Mariana - Dique S3	Mantido	Mariana/MG	No vertedouro do Dique S3.	-	-	-20,237	-43,4223
	RVD 04	Mariana - Dique S4	Mantido	Mariana/MG	No vertedouro do Dique S4.	-	-	-20,24150	-43,41070
Rio Gualaxo do Norte	RGN 01	Mariana - Gualaxo Norte 01	Mantido	Mariana/MG	Rio Gualaxo do Norte a montante da confluência com o córrego Santarém em local não atingido por rejeito.	-	-	-20,2765	-43,4317
	RGN 02 M	Mariana - Gualaxo Norte 02 M	Realocação do ponto RGN 02	Mariana/MG	Rio Gualaxo do Norte em local atingido pelos rejeitos, a montante da confluência com o pequeno córrego localizado próximo ao ponto.			-20,25175	-43,37572
	RGN 04	Mariana - Gualaxo Norte 04	Mantido	Mariana/MG	Rio Gualaxo do Norte a montante da foz do TG 21.	-	-	-20,28970	-43,26549
	RGN 06	Mariana - Gualaxo Norte 06	Mantido	Mariana/MG	Ponte em Paracatu.	-	-	-20,30353	-43,24930
	RGN 07 M	Barra Longa - Gualaxo Norte 07 M	Realocação do ponto RGN 07	Barra Longa/MG	Entre Barretos e Gesteira. No município de Barra Longa/MG.			-20,26264	-43,12817
	RGN 08	Barra Longa - Gualaxo Norte 08	Mantido	Barra Longa/MG	Em ponte entre Gesteira e Barra Longa, a cerca de 1,0 km da foz no rio do Carmo.	RD011	-	-20,2861	-43,0658
Rio do Carmo	RCA 01	Barra Longa - Carmo 01	Mantido	Barra Longa/MG	Ponte férrea sobre o rio do Carmo, em Barra Longa (MG) em local não atingido por rejeito.	-	-	-20,34624	-43,11147
	RCA 02	Barra Longa - Carmo 02	Mantido	Barra Longa/MG	Em Barra Longa, após a confluência com o rio Gualaxo do Norte (sobre ponte na saída de Barra Longa).	RD071	-	-20,28208	-43,04434
	RCA 04	Barra Longa - Carmo 04	Mantido	Barra Longa/MG	Rio do Carmo a montante do tributário TC 04.	-	-	-20,26992	-42,99406
	RCA 05J	Rio Doce - Carmo 05J	Realocação do ponto RCA 05	Rio Doce/MG	Rio do Carmo, próximo à confluência com Piranga, em local onde o proprietário autoriza a entrada para acesso ao rio. No município de Rio Doce/MG.	-	-	-20,276400	-42,93856
Rio Piranga	RPG 01	Ponte Nova - Piranga 01	Mantido	Ponte Nova/MG	Rio Piranga a jusante de Ponte Nova.	RD013	-	-20,3839	-42,90241
Rio Doce	RDO 01J	Rio Doce - Doce 01J	Realocação do ponto RDO 01 e da estação automática RDO 01	Rio Doce/MG	A montante da UHE Risoleta Neves, 50 m a jusante do ponto excluído RDO 01, em terreno vizinho, cujo proprietário permite o acesso ao rio.	RD072	-	-20,25562	-42,9106
	UHE CAN	Rio Doce - UHE Candonga	Incluído	Rio Doce/MG	A montante do reservatório da UHE Candonga.			-20,20028	-42,86561
Trecho 2 - UHE Risoleta Neves (Candonga) até UHE Baguari									
Rio Doce	RDO 02J	Rio Doce - Doce 02J	Realocação do ponto RDO 02 e da estação automática RDO 02	Rio Doce/MG	Jusante do vertedouro da barragem UHE Candonga.	-	-	-20,20025	-42,83206
	RDO 03	São D. do Prata - Doce 03	Mantido	São Domingos do Prata/MG	Em areal em Sem Peixe, na BR-262.	RD019	-	-20,01440	-42,74460
	RDO 04	Bom J. do Galho - Doce 04	Mantido	Bom Jesus do Galho/MG	Na ponte perdida sobre o rio Doce em área do Parque do IEF.	-	-	-19,55420	-42,52140
	RDO 05	Belo Oriente - Doce 05	Mantido	Belo Oriente/MG	No local da travessia da balsa em Cachoeira Escura.	RD033	-	-19,32070	-42,36460
	RDO 06	Periquito - Doce 06	Mantido	Periquito/MG	No distrito de Pedra Corrida.	RD083	-	-19,09560	-42,15500
	UHE BAG	Periquito - UHE Baguari	Incluído	Periquito/MG	No reservatório da UHE Baguari.			-19,02665	-42,12755
Rio Matipó	RMA 01J	Raul Soares - Matipó 01J	Realocação do ponto RMA 01	Raul Soares /MG	Ponto encontra-se 5,5 km a jusante do centro do município de Raul Soares. Em local não atingido por rejeito.	RD021	-	-20,08813	-42,47616
Rio Piracicaba	RPC 02	Mariana - Piracicaba 02	Mantido	Mariana/MG	Ponte da MG-129. Em local não atingido por rejeito.			-20,1593	-43,4192
	RPC 03J	Ipatinga - Piracicaba 03J	Realocação do ponto RPC 03	Ipatinga/MG	Junto à foz do rio Piracicaba, nas proximidades da localidade de Cariru, no município de Ipatinga/MG. Em local não atingido por rejeito.	-	-	-19,50583	-42,54096
Rio Santo Antônio	RSA 01	Naque - Santo Antônio 01	Mantido	Naque/MG	Areal ao lado da ponte BR-381, em Naque/MG. Em local não atingido por rejeito.	RD039	-	-19,23240	-42,32710
	RSA 01 m	Belo Oriente - Santo Antônio 02	Mantido	Belo Oriente/MG	Local de medição de vazão do ponto RSA 01. Em local não atingido por rejeito.	-	-	-19,18967	-42,42290

CURSO D'ÁGUA	CÓDIGO	NOME DO PONTO	SITUAÇÃO APÓS REVISÃO PMQQS (NT 55 e 56)	MUNICÍPIO	DESCRIÇÃO DO PONTO DE AMOSTRAGEM	ESTAÇÃO DO IGAM COINCIDENTE	ESTAÇÃO DA AGERH COINCIDENTE	COORDENADAS GEOGRÁFICAS LATITUDE	LONGITUDE
Trecho 3 - UHE Baguari até UHE Aimorés									
Rio Doce	RDO 07	G. Valadares - Doce 07	Mantido	Governador Valadares/MG	Ponto entre Baguari e Governador Valadares.	-	-	-18,971744	-42,087895
	RDO 08	G. Valadares - Doce 08	Mantido	Governador Valadares/MG	Ponte na rodovia Rio-Bahia.	RD044	-	-18,88181	-41,95283
	RDO 09	Tumiritinga - Doce 09	Mantido	Tumiritinga/MG	Em Tumiritinga no porto das balsas na margem esquerda do rio.	RD053		-18,973194	-41,642006
	RDO 09J	Conselheiro Pena - Doce 09J	Incluído	Conselheiro Pena/MG	Local entre os pontos RDO 09 (29 km jusante) e RDO 10 (35 km montante)		-	-19,1492	-41,4764
	RDO 10	Resplendor - Doce 10	Mantido	Resplendor/MG	Na margem direita do rio em Resplendor.	RD059	-	-19,328575	-41,251612
	UHE AIM	Aimorés - UHE Aimorés	Incluído	Aimorés/MG	No reservatório da UHE Aimorés.			-19,43872	-41,10055
Rio Suaçui Grande	RSG 01	G. Valadares - Suaçui 01	Mantido	Governador Valadares/MG	No rio Suaçuí Grande, Em local não atingido por rejeito.	RD089	-	-18,84970	-41,78549
Rio Caratinga	RCR 01	C. Pena - Caratinga 01	Mantido	Conselheiro Pena/MG	Dentro da ETA de Barra do Cuieté. Em local não atingido por rejeito.	RD057	-	-19,063321	-41,532155
Rio Manhuaçu	RMH 01	Aimorés - Manhuaçu 01	Mantido	Aimorés/MG	Localizada no rio Manhuaçu em Aimorés. Em local não atingido por rejeito.	RD065	-	-19,483454	-41,092943
Trecho 4 - UHE Aimorés até a foz									
Rio Guandu	RGU 01	Baixo Guandu - Guandu 01	Mantido	Baixo Guandu/ES	Na ES-165, 15 km a montante de sua foz no rio Doce.	-	-	-19,62278	-41,01521
	RGU 02	Baixo Guandu - Guandu 02	Incluído	Baixo Guandu/ES	Próximo à sua foz no rio Doce, a montante da ponte.			-19,51572	-41,01183
Rio Doce	UHE MAS	Baixo Guandu - UHE Mascarenhas	Incluído	Baixo Guandu/ES	No reservatório da UHE Mascarenhas.			-19,50266	-40,93363
	RDO 11	Baixo Guandu - Doce 11	Mantido	Baixo Guandu/ES	Ponte sobre o rio Doce em Baixo Guandu.	-	RDC1C005	-19,50610	-41,01324
	RDO 12	Colatina - Doce 12	Mantido	Colatina/ES	No IFES, em Itapina.	-	RDC1E010	-19,500283	-40,758407
	RDO 14	Colatina - Doce 14	Mantido	Colatina/ES	A jusante de Colatina, ao lado de um areal.	-	-	-19,513103	-40,558373
	RDO 15	Linhares - Doce 15	Mantido	Linhares/ES	Ponte sobre o rio Doce na BR-101 em Linhares.	-	RDC1C025	-19,410117	-40,058965
	RDO 16	Linhares - Doce 16	Mantido	Linhares/ES	Em Regência, no porto.	-	RDC1E030	-19,644419	-39,819295
Lagoa do Limão	LLM 01	Colatina - Lagoa do Limão 01	Mantido	Colatina/ES	Na lagoa, próximo ao canal de ligação ao rio Doce.	-	-	-19,55200	-40,37510
	LLM 02	Colatina - Lagoa do Limão 02	Mantido	Colatina/ES	Na lagoa, localizada mais ao sul do ponto LLM 1.	-	-	-19,56180	-40,38730
	LLM 03R	Colatina - Lagoa do Limão 03R	Realocação do ponto LLM 03	Colatina/ES	Confluência dos braços superiores.	-	-	-19,55736	-40,37811
Lagoa Nova	LVN 01	Linhares - Lagoa Nova 01	Mantido	Linhares/ES	Na praia, em área utilizada para recreação pela comunidade.	-	-	-19,41690	-40,15480
	LVN 02R	Linhares - Lagoa Nova 02R	Realocação do ponto LVN 02	Linhares/ES	Ponto no meio da lagoa, em local mais profundo.	-	-	-19,40100	-40,15759
	LVN 03R	Linhares - Lagoa Nova 03R	Realocação do ponto LVN 03	Linhares/ES	Ponto coincidente ao E19 da cláusula 165.	-	-	-19,38798	-40,16859
Lagoa Juparanã	LJP 01	Linhares - Lagoa Juparanã 01	Mantido	Linhares/ES	Na lagoa, localizados mais ao norte do ponto LJP 2.	-	-	-19,35330	-40,08720
	LJP 02R	Linhares - Lagoa Juparanã 02R	Realocação do ponto LJP 02	Linhares/ES	Ponto em área central da lagoa, com maior largura entre as margens.	-	-	-19,29595	-40,12109
	LJP 03	Linhares - Lagoa Juparanã 03	Mantido	Linhares/ES	Na lagoa, na área norte do corpo d'água.	-	-	-19,21990	-40,19080

CURSO D'ÁGUA	CÓDIGO	NOME DO PONTO	SITUAÇÃO APÓS REVISÃO PMQQS (NT 55 e 56)	MUNICÍPIO	DESCRIÇÃO DO PONTO DE AMOSTRAGEM	ESTAÇÃO DO IGAM COINCIDENTE	ESTAÇÃO DA AGERH COINCIDENTE	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
								LATITUDE	LONGITUDE
Lagoa do Areal	LAL 01	Linhares - Lagoa do Areal 01	Mantido	Linhares/ES	Área sem zona morta ou interferência de lançamento de efluentes	-	-	-19,5855	-39,82800
Lagoa do Areão (Pandolfi)	LAO 01R	Linhares - Lagoa do Areão 01R	Realocação dos pontos LAO 01 e LAO 02	Linhares/ES	Ponto coincidente ao E23 da cláusula 165.	-	-	-19,57162	-39,84318
Lagoa Monsarás	LMN 01	Linhares - Lagoa Monsarás 01	Mantido	Linhares/ES	Próximo ao canal que liga a lagoa ao rio Doce.	-	-	-19,558868	-39,801404
	LMN 02R	Linhares - Lagoa Monsarás 02R	Realocação do ponto LMN 02	Linhares/ES	Ponto no meio da lagoa.	-	-	-19,55410	-39,77110

Nota: O local de medição de vazão (RSA 01 M) e do ponto RSA 01 é coincidente com estação fluviométrica da ANA (Naque Velho - código 56825000).

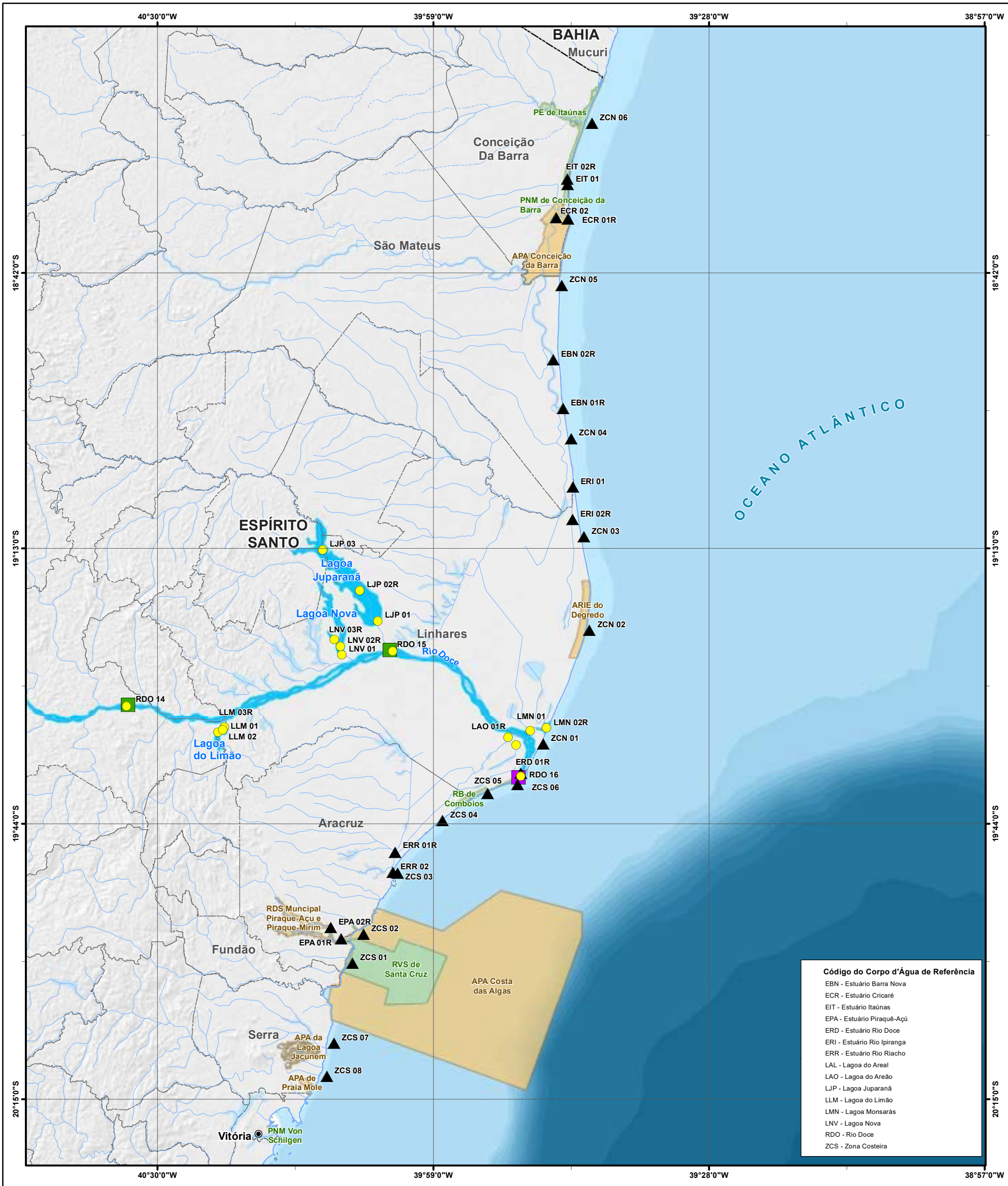
1.5.3 - Pontos de amostragem em estuários e zona costeira

A malha amostral da zona costeira e estuarina foi composta inicialmente por 36 pontos distribuídos a norte e sul da foz do rio Doce, cobrindo parte do litoral do Espírito Santo e sul da Bahia. Após a NT n°56 e n°54 - GTA-PMQQS, a malha amostral foi revista, eliminando pontos que não eram representativos para demonstrar a efetividade das ações de recuperação da bacia do rio Doce e realocando pontos no intuito de melhorar a distribuição espacial para uma efetiva avaliação da qualidade de água e sedimentos. A conformação final da malha amostral após a primeira revisão bianual do PMQQS, totalizando 27 pontos amostrais, é resumida abaixo:

- **Estuários:** Corresponde a 13 pontos amostrais localizados em 7 estuários ao longo da costa central e norte do Espírito Santo. Em cada estuário foram definidos dois pontos a serem monitorados, um mais próximo e outro mais afastado da foz, com exceção do rio Doce, onde definiu-se apenas um ponto representativo da foz. Estuários localizados no estado da Bahia, nos rios Caravelas (ERC 01 e ERC 2) e Mucuri (ERU 01); e no estado do Espírito Santo, no rio Reis dos Magos (ERM 01 e ERM 02) foram excluídos do monitoramento após a revisão da malha amostral. Pontos realocados nos estuários receberam a letra “R” após o seu código, sendo estes: ERI 02R, EBN 01R e EBN 02R, EPA 01R e EPA 02R, ERR 01R, ERD 01R, EIT 02R e ECR 01R.
- **Zona Costeira:** Corresponde a 14 pontos amostrais localizados ao longo da isóbata de 10 m na plataforma continental a norte e a sul da foz do rio Doce, entre os Municípios de Serra e Conceição da Barra, no Espírito Santo. Considerando os mesmos critérios adotados para os estuários no estado da Bahia, foram excluídos do monitoramento os 4 (quatro) pontos daquele estado: ZCN 07 – Costa Dourada; ZCN 08 – Mucuri; ZCN 09 – Nova Viçosa; e ZCN 10 – Ponta de Areia.

Os pontos da zona costeira e estuarina são apresentados no **Quadro 1-5**, o mapa de localização geral encontra-se no (**Anexo B**) e abaixo em maior detalhe.

© Ecology & Environment do Brasil GIS Department
L:\3463_Monitoramento_Bacia_Rio_Doce\PMQQS\Revisao_Bianual_2020_REV01\MXD\3463-00-PMQQS-REL-2020-MP-1003-Localizacao_ZonaCosteira.mxd - 23/12/2020



Convenções Cartográficas

- Capital
- Limite Estadual
- Limite Municipal
- Litoral
- Curso d'Água Permanente
- Curso d'Água Intermitente
- Corpo d'Água

Legenda

- Pontos Amostrais Rios e Lagoas
- Pontos Amostrais Zona Costeira e Estuários
- Pontos Amostrais Estações Automáticas Tipo I
- Pontos Amostrais Estações Automáticas Tipo I com turbidez
- Pontos Amostrais Estações Automáticas Tipo II
- Rios Monitorados
- Lagoas Monitoradas
- Unidade de Conservação**
 - Proteção Integral
 - Uso Sustentável

Mapa de Situação

Escala Gráfica

Escala: 1:800.000

0 5 10 20 30 Quilômetros

SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS
Sistema de Referência Geocêntrico para América do Sul 2000
Sistema Internacional de Referência Terrestre
Elipsóide de Referência:
Sistema Geodésico de Referência de 1980

Referências

- Base Contínua Vetorial ao Milionésimo - IBGE, 2016;
- Pontos Amostrais - Renova/GTA, 2020;
- Malha Municipal Digital - IBGE, 2018;
- Relevo Sombreado (Topodata) - INPE, 2011.

Execução

Cliente

Projeto

PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTO (PMQQS)

Título

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS DE ÁGUA E SEDIMENTO DA ZONA COSTEIRA E ESTUÁRIOS

Elab.: Danielle Vilela	Visto:	Aprovado:
Resp. Téc.: Isabel Rocha		Data: dezembro de 2020
3463-00-PMQQS-REL-2020-MP-1003		Revisão: 01

Quadro 1-5 – Pontos de amostragem, municípios, descrição e coordenadas geográficas do monitoramento da zona costeira e estuários.

CURSO D'ÁGUA	CÓDIGO DO PONTO	NOME DO PONTO DE AMOSTRAGEM	MUNICÍPIO	SITUAÇÃO APÓS REVISÃO DO PMQQS (NTs 54 e 56)	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
					LATITUDE	LONGITUDE
Estuários	EIT 01	Estuário Itaúnas 01	Conceição da Barra/ES	Reavaliar	-18,534681	-39,731657
	EIT 02R	Estuário Itaúnas 02R	Conceição da Barra/ES	Deslocar para montante	-18,52500	-39,73200
	ECR 01R	Estuário Cricaré 01R	Conceição da Barra/ES	Deslocar para montante, evitando a ETA Guriri	-18,60000	-39,73100
	ECR 02	Estuário Cricaré 02	Conceição da Barra/ES	Mantido	-18,597237	-39,752879
	EBN 01R	Estuário Barra Nova 01R	São Mateus/ES	Realocação do ponto EBN 01	-18,95500	-39,74000
	EBN 02R	Estuário Barra Nova 02R	São Mateus/ES	Realocação do ponto EBN 02	-18,86372	-39,75816
	ERI 01	Estuário Rio Ipiranga 01	Linhares/ES	Mantido	-19,102633	-39,721465
	ERI 02R	Estuário Rio Ipiranga 02R	Linhares/ES	Realocação do ponto ERI 02	-19,16318	-39,72239
	ERD 01R	Estuário Rio Doce 01R	Linhares/ES	Realocação do ponto ERD 01	-19,63910	-39,81940
	ERR 01R	Estuário Rio Riacho 01R	Aracruz/ES	Realocação do ponto ERR 01	-19,787492	-40,054842
	ERR 02	Estuário Rio Riacho 02	Aracruz/ES	Mantido	-19,82503	-40,059012
	EPA 01R	Estuário Piraquê-Açú 01R	Aracruz/ES	Realocação do ponto EPA 01	-19,950567	-40,156586
	EPA 02R	Estuário Piraquê-Açú 02R	Aracruz/ES	Realocação do ponto EPA 02	-19,92863	-40,17543
Zona Costeira	ZCS 01	Refúgio	Aracruz/ES	Mantido	-19,99534	-40,13492
	ZCS 02	Padres	Aracruz/ES	Mantido	-19,94143	-40,11398
	ZCS 03	Barra do Riacho	Aracruz/ES	Mantido	-19,82618	-40,05026
	ZCS 04	Comboios	Aracruz/ES	Mantido	-19,728258	-39,966213
	ZCS 05	Regência	Linhares/ES	Mantido	-19,67695	-39,88120
	ZCS 06	Regência	Linhares/ES	Mantido	-19,66055	-39,82539
	ZCS 07	Jacaraípe	Serra/ES	Mantido	-20,14541	-40,16949
	ZCS 08	Manguinhos	Serra/ES	Mantido	-20,20791	-40,18317
	ZCN 01	Povoação	Linhares/ES	Mantido	-19,58418	-39,77687
	ZCN 02	Vila de Cacimbas	Linhares/ES	Mantido	-19,37120	-39,69029
	ZCN 03	Pontal do Ipiranga	Linhares/ES	Mantido	-19,19572	-39,70120
	ZCN 04	Urussuquara	São Mateus/ES	Mantido	-19,01171	-39,72445
	ZCN 05	Guriri	São Mateus/ES	Mantido	-18,72408	-39,74225
	ZCN 06	Itaúnas	Conceição da Barra/ES	Mantido	-18,42006	-39,68565

1.5.4 - Estações de monitoramento automático

Com base na Deliberação CIF nº 17, o PMQQS conta também com uma rede de alerta com monitoramento em tempo real, composto por estrutura fixa no local de medição, onde estão instalados equipamentos para medição de nível d'água e medição contínua de parâmetros de qualidade da água e parâmetros meteorológicos. Dessa forma, foram definidos dois tipos de estações automáticas, a saber:

- Estação TIPO I: estação telemétrica de monitoramento de nível cota do rio, precipitação pluviométrica e temperatura do ar. Em 4 pontos das estações TIPO I também há medição de turbidez (RGN 01, RGN 06, RGN 08, RCA 01).
- Estação TIPO II: estação telemétrica de monitoramento de nível cota do rio, precipitação pluviométrica, temperatura do ar e sonda multiparamétrica para medição parâmetros de qualidade de água.

O **Quadro 1-6** resume os parâmetros monitorados e a faixa de medição em cada tipo de estação automática.

Quadro 1-6 - Parâmetros de qualidade de água monitoradas pelas Estações Automáticas TIPO I e II.

PARÂMETRO	FAIXA DE MEDIÇÃO	ESTAÇÃO	
		TIPO I	TIPO II
Temperatura do ar	-5 até 50°C	x	x
Precipitação pluviométrica		x	x
Nível da água		x	x
Clorofila-a	0 até 400 µg.L ⁻¹		x
Cianobactérias	0 até 100 µg.L ⁻¹ (Ficocianina)		x
Condutividade	0 até 200 mS.cm ⁻¹		x
Turbidez	0 até 4.000 NTU	x*	x
Oxigênio dissolvido	0 até 50 mg.L ⁻¹		x
Oxigênio dissolvido saturado	0 a 100%		x
pH	0 a 14		x

Nota: Faixas de medição baseadas no equipamento EXO1 e EXO2 (Marca YSI).

* somente em 4 pontos das Estações Tipo I – RGN 01, RGN 06, RGN 08, RCA 01.

O **Quadro 1-7** apresenta a descrição das treze estações automáticas do Tipo I e das nove estações automáticas do Tipo II, bem como as suas localizações. As localizações das estações automáticas podem ser visualizadas nos mapas do **Anexo B**.

Quadro 1-7 - Descrição das estações automáticas dos Tipos I e II.

CÓDIGO NOVO	CÓDIGO ANTIGO	MEDIÇÃO DE NÍVEL	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		LOCALIZAÇÃO
			LATITUDE	LONGITUDE	
Tipo I					
RMA 01	MG 09.1	Radar na estrutura da ponte. Fita métrica (retrátil) presa na ponte.	-20,09980	-42,44910	A estação está localizada dentro da cidade de Raul Soares, na parte inferior da cabeceira de ponte que passa pelo rio Matipó.
RDO 07	MG 17	Sensor de pressão Réguas linimétricas.	-18,97080	-42,08830	PCD instalada na margem esquerda do rio.
RSG 01	MG 19	Sensor de pressão. Réguas linimétricas.	-18,84994	-41,784831	PCD instalada na margem esquerda, dentro do terreno do DER-MG.
RDO 09	MG 20	Sensor de pressão. Réguas linimétricas.	-18,9708	-41,64165	PCD instalada na margem esquerda do rio, no lado oposto a Tumiritinga.
RCR 01	MG 20.1	Sensor de pressão instalado no canal de aproximação. Réguas linimétricas.	-19,06360	-41,53110	A estação está localizada dentro da estação de tratamento de água da SAAE, em Barra do Cuieté.
RMH 01	MG 22	Radar na estrutura da ponte. Fita métrica (retrátil) presa na ponte.	-19,48370	-41,09410	A estação está localizada ao lado de uma linha férrea em um terreno particular.
RDO 11	ES 01	Sensor de pressão. Réguas linimétricas.	-19,505061	-41,013169	A estação está localizada dentro de um terreno particular ao lado de um cercado. A tubulação passa pelo outro lado da cerca e vai, por meio de uma tubulação subterrânea, até o rio Doce. Ao lado da tubulação fica um ponto de ancoragem de canoas.
RDO 14	ES 04	Sensor de pressão. Réguas linimétricas.	-19,51060	-40,55490	A estação está localizada dentro de uma área de extração de areia próximo a rodovia ES-248.
RDO 15	ES 05	Radar na estrutura da ponte. Fita métrica (retrátil) presa na ponte.	-19,40780	-40,06460	A estação está localizada dentro de um espaço público ao lado de uma pista de skate da prefeitura da cidade de Linhares-ES. O sensor de nível radar está localizado a 50 metros da cabeceira da ponte.
Tipo I com turbidez					
RGN 01 m	MG 01	Sensor de pressão a montante da cachoeira. Instalação de réguas linimétricas.	-20,28500	-43,47721	A estação está localizada próxima a Rodovia Samarco na MG-129, em Antônio Pereira - Ouro Preto/MG, próximo a uma pequena estrada de terra.
RGN 06	MG 02	Radar embaixo da ponte. Fita métrica (retrátil) presa na ponte.	-20,30370	-43,24950	A estação está localizada às margens de uma estrada próximo de uma ponte, sendo que o sensor radar está instalado no meio da ponte.
RCA 01	MG 03	Sensor de pressão. Instalação de réguas linimétricas.	-20,34710	-43,11270	A estação está localizada às margens de uma estrada próximo de uma ponte, em frente a uma pequena fazenda em um terreno particular.
RGN 08	MG 04	Radar embaixo da ponte. Fita métrica (retrátil) presa na ponte.	-20,28610	-43,06580	A estação está localizada às margens de uma estrada próximo de uma ponte, passando por Gesteira.
Tipo II					
RCA 02 m	MG 05	Sensor de pressão. Instalação de réguas linimétricas.	-20,28241	-43,04488	PCD esta na margem direita, no centro da cidade de Barra Longa-MG, próximo ao campo de futebol do time local.
RDO 01J	MG 07 e MG 07 M	Estação realocada do ponto RDO 01 (NT 55)	-20,25597	-42,91041	A estação será realocada no município de Santa Cruz do Escalvado. Seguir a estrada para a UHE Candonga e 1 km antes da ponte que cruza o rio doce, entrar na estrada de terra a esquerda da estrada que beira o rio. A montante da UHE Risoleta Neves, 50 m a jusante do ponto excluído RDO 01, em terreno vizinho, cujo proprietário permite o acesso ao rio.
RDO 02J	CAN-03	Estação realocada para coincidir com ponto RDO 02J (NT 55)	-20,20025	-42,83206	A estação será realocada para aproximadamente 5 km a jusante do barramento da UHE de Candonga percorridos por estrada local. Na margem esquerda em terreno próxima a igreja católica da Comunidade de Santana do Deserto, município de Rio Doce- MG
RDO 03	MG 09	Sensor de pressão a montante da cachoeira. Instalação de réguas linimétricas.	-20,01440	-42,74460	Estação localizada no município de São Domingos do Prata, dentro de área de extração de areia.
RDO 04	MG 10	Radar na estrutura da ponte. Fita métrica (retrátil) presa na ponte.	-19,55420	-42,52140	A PCD está instalada na estrutura da ponte, no Centro de Pesquisa Ponte Perdida do IEF. A sonda de qualidade está instalada numa plataforma metálica em baixo da ponte.
RDO 05	MG 13	Sensor de pressão. Réguas linimétricas.	-19,32070	-42,36460	Estação localizada ao lado do porto da balsa que atravessa o Rio Doce em Cachoeira Escura.
RDO 08	MG 18	Sensor de pressão. Réguas linimétricas.	-18,8833	-41,95050	Estação localizada na margem direita do rio a jusante da ponte sobre o Rio Doce (BR-116), nos fundos da SAAE – ETA Vila Isa.
RDO 12	ES 02	Sensor de pressão. Réguas linimétricas.	-19,49930	-40,75870	Estação localizada na margem esquerda do Rio Doce junto á estação de bombeamento do Instituto Federal do Espírito Santo – IFES, no distrito de Itapina, município de Colatina-ES.
RDO 16	ES 06	Réguas linimétricas.	-19,64640	-39,82320	A estação está localizada no porto de Regência-ES, instalada em um dos postes de iluminação do porto e sonda de qualidade instalada em boia 250 metros a jusante do porto.

1.5.4.1 - Níveis de alerta

Os níveis de alerta serão considerados para alteração da frequência de amostragem dos parâmetros de qualidade de água. Foram estabelecidos níveis de alerta para os parâmetros: turbidez (>1.050 NTU), condutividade elétrica ($>150 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) e oxigênio dissolvido ($<3,5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$). Estes níveis de alerta foram determinados conforme Deliberação CIF nº 17, considerando 10% acima do máximo (mínimo para o oxigênio dissolvido) histórico registrado no Programa Águas de Minas do IGAM para as estações RD033, RD044, RD059 e RD071, excluindo-se os valores monitorados durante o período do rompimento da barragem. Caso sejam observadas elevações acima dos níveis de alerta em duas ou mais estações automáticas consecutivas com sensor de qualidade de água (i.e., RCA 02, RDO 01J, RDO 03, RDO 04, RDO 05, RDO 08 e RDO 12), durante um período de 5 dias consecutivos, a frequência de amostragem dos demais parâmetros de qualidade de água (i.e., parâmetros físicos, químicos e biológicos) deverá ser alterada para semanal nas seguintes estações:

- Em Minas Gerais: RGN 08, RCA 02, RDO 01J, RDO 03, RDO 05, RDO 06, RDO 07; RDO 08; RDO 09J e RDO 10;
- No Espírito Santo: RDO 11, RDO 12, RDO 14 e RDO 15;

Essa frequência semanal para coleta de amostras de água será mantida até que os níveis desses parâmetros retornem a valores inferiores aos níveis de alerta, no caso da turbidez (1.050 NTU) e da condutividade elétrica ($150 \mu\text{S}/\text{cm}$), e acima do nível de alerta do oxigênio dissolvido ($3,5 \text{ mg/L}$).

Nos pontos localizados nas lagoas marginais a alteração de frequência será determinada pelo GTA-PMQQS, dependendo da ocorrência de vertimento das águas do rio Doce para as lagoas nos períodos de alerta.

Caso ocorra a detecção da alteração da qualidade da água em apenas uma estação por 5 dias consecutivos, a Fundação deverá apresentar justificativa técnica do motivo da alteração dos parâmetros avaliados, fundamentada em dados de monitoramento, identificando o fator de pressão (fontes poluidoras, eventos climáticos, intervenções no rio, etc.), responsável por estas alterações.

Durante os períodos de alerta, a Fundação deverá fazer a comunicação aos órgãos (ambientais e gestores de recursos hídricos), aos responsáveis pelos sistemas de abastecimento de água para consumo humano, à Defesa Civil e a CT-SHQA.

1.5.4.2 - Manutenção das estações automáticas

Os dados medidos pelas estações automáticas serão armazenados em *datalogger* e enviados via telemetria para um banco de dados, a cada 1h, conforme NT n° 56 GTA-PMQQS.

Nas estações TIPO II, a frequência de visitas para manutenção das sondas será semanal. Durante essas visitas, a calibração das sondas será verificada por meio de comparação entre os valores reportados pela sonda instalada e aqueles reportados por uma sonda calibrada. Caso os valores reportados pelas sondas sejam diferentes (maior que 5% do valor medido na sonda padrão), a sonda instalada deve ser substituída por outra sonda calibrada ou por outros sensores calibrados, para garantir a confiabilidade dos dados monitorados. Especificamente para o parâmetro turbidez, deverá ser considerada a discrepância de 5% apenas quando estiver acima de 100 NTU. Para valores abaixo de 100 NTU é aceitável 10% de discrepância entre os valores obtidos pela sonda instalada e a sonda reserva calibrada. A calibração da sonda ou dos sensores será feita, necessariamente, em local abrigado, sem incidência direta de luz solar e vento sobre os equipamentos e preferencialmente com temperatura estável.

Nas estações TIPO I sem turbidímetro, a frequência de visitas para manutenção dos equipamentos será bimestral. Onde existir turbidímetro instalado, a frequência de visita será semanal.

As estações automáticas contarão com intervenções específicas de manutenção corretiva, remota ou presencialmente, sempre que houver interrupção na transmissão dos dados por período superior a 48 horas. O período sem transmissão de dados não ultrapassará 7 dias.

Todas as ocorrências relacionadas a problemas operacionais e manutenção dos equipamentos de medição automática deverão ser registradas em planilhas, para que possam ser avaliados quanto ao controle de qualidade dos resultados.

1.5.5 - Parâmetros a serem monitorados

Os parâmetros monitorados no PMQQS correspondem àqueles que foram selecionados pela CT-SHQA considerando os resultados do monitoramento especial realizado pelo IGAM, pelo IEMA e pela CPRM, de acordo com o documento anexo à Deliberação CIF nº 17. Também foram consideradas as alterações deliberadas pela NT nº 56 GTA-PMQQS após a revisão bianual do PMQQS. Foram incluídos os parâmetros cujos resultados apresentaram alterações significativas durante e após a passagem dos rejeitos provenientes do rompimento da barragem de rejeitos de Fundão e aqueles que poderiam ter relação com os efeitos observados durante a passagem da lama. Além disso, foram incluídos parâmetros para avaliar as alterações na qualidade das águas do rio Doce decorrentes da implementação das medidas de controle de impactos e compensatórias.

Neste item são apresentados os parâmetros de qualidade de água e sedimentos avaliados no PMQQS. Os procedimentos de amostragem de água e sedimentos e análise de todos os parâmetros são apresentados no **Capítulo 3**. As análises das amostras serão realizadas por laboratórios acreditados nos termos da ABNT NBR-ISO/IEC 17025:2017 junto ao Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) e seguirão as instruções descritas no **Capítulo 3**.

Ressalta-se que os limites de quantificação de cada parâmetro de qualidade de água avaliados deverão ser compatíveis com os padrões de qualidade definidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e da Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008. Para amostras coletadas em rios e lagoas (com exceção dos pontos localizados na foz do rio Doce - RDO 16 e na lagoa Monsarás) deverão considerar o LQ do método de análise compatível com os limites estabelecidos para águas doce classe 2. Os pontos localizados na lagoa Monsarás, RDO 16 e aqueles localizados nos estuários deverão considerar o LQ do método compatível com os limites estabelecidos para água salobra classe 1. Pontos localizados na zona costeira deverão apresentar LQ compatível com os limites estabelecidos para águas salinas classe 1. Além disso, os limites de quantificação para as análises de metais em sedimentos serão também compatíveis com os níveis de classificação estabelecidos na Resolução CONAMA nº 454/2012.

O laboratório responsável pelas análises deve emitir laudos individualizados para cada ponto de monitoramento, podendo cada laudo agrupar todos os parâmetros daquele ponto específico.

1.5.5.1 - Água

O **Quadro 1-8** apresenta a lista de parâmetros que serão avaliados em campo nos 82 pontos de monitoramento de água, localizados nos rios, lagoas, zonas costeiras e estuarinas, descritos nos itens **1.5.2 - Pontos de amostragem na Bacia do rio Doce** e **1.5.3 - Pontos de amostragem em estuários e zona costeira**. Os parâmetros de qualidade da água a serem analisados, incluem os físicos e químicos, pigmentos da comunidade fitoplanctônica (para rios e lagoas), nutrientes, metais dissolvidos e totais.

Os limites de quantificação deverão ser iguais ou inferiores aos limites indicados nas legislações vigentes (CONAMA 357/2005 para água doce classe 2 ou água salina/salobra classe 1 e Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG nº1/2008 para água doce classe 2).

Quadro 1-8 - Parâmetros para monitoramento da qualidade de água superficial nos pontos amostrais, com as respectivas metodologias analíticas, Limites de Quantificação (LQ) indicado para cada ambiente, bem como procedimento de preservação e armazenamento das amostras. Métodos entre parênteses referem-se a abertura da amostra. ZC = zona costeira.

PARÂMETRO (unidade)	LOCAL	RECIPIENTE	PRESERVAÇÃO	ARMAZENAMENTO	VALIDADE DA AMOSTRA	MÉTODO
Alcalinidade total (mg CaCO ₃ .L ⁻¹)	Rios, lagoas, zona costeira e estuarina (Todos)	P ou Vd	Refrigeração ≤6°C	refrigeração entre 2 e 6°C	14 dias	EPA 310.1/SMEWW – 4500 CO ₂ D
Alumínio (mg.L ⁻¹)	Todos	P	HNO ₃ , pH < 2	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA 6020A (EPA 3005A)
Antimônio (mg.L ⁻¹)	Todos	P	HNO ₃ , pH < 2	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA 6020A (EPA 3005A)
Arsênio	Todos	P	HNO ₃ , pH < 2	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA 6020A (EPA 3005A)
Especiação de As ⁺³ e As ⁺⁵ (mg.L ⁻¹)	Pontos do Trecho 1 e em RDO 11 e RDO 12 (*)	P		refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	FDA 4.11.1
Bário (mg.L ⁻¹)	Todos	P	HNO ₃ , pH < 2	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA 6020A (EPA 3005A)
Berílio (mg.L ⁻¹ - água doce e µg.L ⁻¹ – água salobra ou salina)	Todos	P	HNO ₃ , pH < 2	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA 6020A (EPA 3005A)
Boro (mg.L ⁻¹)	Todos	P	HNO ₃ , pH < 2	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA 6020A (EPA 3005A)
Cádmio (mg.L ⁻¹)	Todos	P	HNO ₃ , pH < 2	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA 6020A (EPA 3005A)
Cálcio (mg.L ⁻¹)	Rios e lagoas	P	HNO ₃ , para pH < 2	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA 6020A
Carbono orgânico dissolvido (mg.L ⁻¹)	Todos	P ou Vd	Refrigeração ≤6°C mais H ₂ SO ₄	-	28 dias	SMEWW – 5310/TOC-B
Carbono orgânico total (mg.L ⁻¹)	Todos	P ou Vd	Refrigeração ≤6°C, mais H ₂ SO ₄	-	28 dias	SMEWW – 5310/TOC-B
Chumbo (mg.L ⁻¹)	Todos	P	HNO ₃ , pH < 2	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA 6020A (EPA 3005A)

PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTOS - PMQQS

Revisão Bi-anual do PMQQS

3474-00-QQS-RL-0001-02

PARÂMETRO (unidade)	LOCAL	RECIPIENTE	PRESERVAÇÃO	ARMAZENAMENTO	VALIDADE DA AMOSTRA	MÉTODO
Cianeto livre (mg.L ⁻¹)	Rios e lagoas	P ou VdA	Refrigeração ≤6°C	refrigeração entre 2 e 6°C	14 dias	ISO14403-2
Cloreto total (mg.L ⁻¹)	Rios e lagoas	P ou Vd	Refrigeração ≤6°C	refrigeração entre 2 e 6°C	28 dias	EPA 9056A/300.1
Clorofila- <i>a</i> e Feofitina (µg.L ⁻¹)	Todos	VdA	Refrigeração ≤6°C, protegida da luz	refrigeração inferior a 4°C sem filtrar ou -20°C filtradas, proteger da luz	24 horas	SMEWW - 10200H
Cobalto (mg.L ⁻¹)	Todos	P	HNO ₃ , pH < 2	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA 6020A (EPA 3005)
Cobre (mg.L ⁻¹)	Todos	P	HNO ₃ , pH < 2	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA 6020A (EPA 3005A)
Condutividade elétrica (µS.cm ⁻¹)	Todos			<i>in situ</i>		SMEWW - 2510B
Condutividade elétrica – laboratório (µS.cm ⁻¹)	Todos	P ou Vd	-	refrigeração entre 2 e 6°C	7 dias	SMEWW 2510 B
Cor verdadeira	Rios e lagoas	P ou Vd	Refrigeração ≤6°C	refrigeração entre 2 e 6°C	48 horas	SMEWW – 2120
Cromo (mg.L ⁻¹)	Todos	P	HNO ₃ , pH < 2	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA 6020A (EPA 3005A)
DBO _{5, 20} (mg O ₂ .L ⁻¹)	Rios e lagoas	P ou Vd	Refrigeração ≤6°C	refrigeração entre 2 e 6°C	48 horas	SMEWW - 5210B
Dureza total (mg CaCO ₃ .L ⁻¹)	Todos	P	HNO ₃ ou H ₂ SO ₄ para pH <2	-	6 meses	SMEWW - 2340B
<i>Escherichia coli</i> (NMP.100 mL ⁻¹)	Todos	P	Refrigeração ≤6°C	-	24 horas	SMEWW - 9223B
<i>Enterococcus</i>	ZC e estuários	P	Refrigeração ≤6°C	-	24 horas	SMWW 9230
Ferro (mg.L ⁻¹)	Todos	P	Refrigeração ≤6°C HNO ₃ , pH < 2	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA 6020A, (EPA 3005A)
Ferro - Especiação Fe ²⁺ (mg.L ⁻¹)	Rios e lagoas	VdA	2 mL HCl	refrigeração entre 2 e 6°C	24 horas	SMEWW 3500Fe B
Ferro – Especiação Fe ³⁺ (mg.L ⁻¹)	Rios e lagoas	P	-	refrigeração entre 2 e 6°C	24 horas	SMEWW 3500Fe B

PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTOS - PMQQS

Revisão Bi-anual do PMQQS

3474-00-QQS-RL-0001-02

PARÂMETRO (unidade)	LOCAL	RECIPIENTE	PRESERVAÇÃO	ARMAZENAMENTO	VALIDADE DA AMOSTRA	MÉTODO
Fluoreto (mg.L ⁻¹)	Todos	P ou Vd	Refrigeração ≤6°C	refrigeração entre 2 e 6°C	28 dias	EPA 9056A/300.1
Fosfato (mg.L ⁻¹)	Todos	P ou Vd	Refrigeração ≤6°C	refrigeração entre 2 e 6°C	28 dias	EPA 9056A/300.1
Fósforo (mg.L ⁻¹)	Todos	P	Refrigeração ≤6°C, H ₂ SO ₄ para pH <2	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA 6020A (EPA 3005A)
Magnésio (mg.L ⁻¹)	Rios e lagoas	P	HNO ₃ , para pH < 2	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA 6020A (EPA 3005A)
Manganês (mg.L ⁻¹)	Todos	P	HNO ₃ , pH < 2	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA 6020A (EPA 3005A)
Mercurio (mg.L ⁻¹)	Todos	P	HNO ₃ , pH < 2	-	28 dias	EPA 6020A (EPA 3005A)
Molibdênio (mg.L ⁻¹)	Todos	P	HNO ₃ , pH < 2	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA 6020A (EPA 3005A)
Níquel (mg.L ⁻¹)	Todos	P	HNO ₃ , pH < 2	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA 6020A (EPA 3005A)
Nitrato (mg.L ⁻¹)	Todos	P ou Vd	Refrigeração ≤6°C	refrigeração entre 2 e 6°C	48 horas	SMWW - 4500NO ₃ -C e E
Nitrito (mg.L ⁻¹)	Todos	P ou Vd	Refrigeração ≤6°C	refrigeração entre 2 e 6°C	48 horas	SMWW - 4500NO ₂ -B
Nitrogênio amoniacal total (mg.L ⁻¹)	Todos	P ou Vd	-	refrigeração entre 2 e 6°C	28 dias	SMEWW - 4500NH ₃ F
Nitrogênio Kjeldahl total (mg.L ⁻¹)	Todos	P ou Vd	Refrigeração ≤6°C, H ₂ SO ₄ para pH <2	refrigeração entre 2 e 6°C	28 dias	SMEWW - 4500 Norg
Nitrogênio orgânico (mg.L ⁻¹)	Rios e lagoas	P ou Vd	Refrigeração ≤6°C, H ₂ SO ₄ para pH <2	refrigeração entre 2 e 6°C	28 dias	SMWW – 4500 Norg
Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹ e%)	Todos			<i>in situ</i>		SMWW 4500 OG
pH- <i>in situ</i>	Todos			<i>in situ</i>		SMEWW - 4500 H+B
pH-lab (**)	Todos	P	-	refrigeração entre 2 e 6°C	7 dias	EPA 150.1
Polifosfatos (mg.L ⁻¹)	Todos	P ou Vd	-	refrigeração entre 2 e 6°C	48 horas	SMEWW 4500P-C

PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTOS - PMQQS

Revisão Bi-anual do PMQQS

3474-00-QQS-RL-0001-02

PARÂMETRO (unidade)	LOCAL	RECIPIENTE	PRESERVAÇÃO	ARMAZENAMENTO	VALIDADE DA AMOSTRA	MÉTODO
Potássio dissolvido (mg.L ⁻¹)	Todos	P	HNO ₃ , para pH < 2	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA 6020A (EPA 3005A)
Potencial Redox (mV)	Todos			<i>in situ</i>		SMEWW 2580 B - POP 112
Prata (mg.L ⁻¹)	Todos	P	HNO ₃ , pH < 2	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA 6020A (EPA 3005A)
Profundidade (m)	Todos			<i>in situ</i>		-
Salinidade (PSU)	ZC e estuarina e pontos: LMN 01, LMN 02R e RDO 16			<i>in situ</i>		SMWW 2520 B
Selênio (mg.L ⁻¹)	Todos	P	HNO ₃ , pH < 2	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA 6020A (EPA 3005A)
Sílica dissolvida (mgSiO ₂ .L ⁻¹)	Todos	P		refrigeração entre 2 e 6°C		SMWW 4500 SiO ₂ C
Sódio dissolvido (mg.L ⁻¹)	Todos	P	HNO ₃ , para pH < 2	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA 6020A (EPA 3005A)
Sódio total (mg.L ⁻¹)	Rios e lagoas	P	HNO ₃ , para pH < 2	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA 6020A (EPA 3005A)
Sólidos dissolvidos totais (mg.L ⁻¹)	Todos	P ou Vd	Refrigeração ≤6°C	refrigeração entre 2 e 6°C	7 dias	SMEWW - 2540C/E
Sólidos sedimentáveis (mL.L ⁻¹)	Rios e lagoas	P ou Vd	Refrigeração ≤6°C	-	48 horas	SMWW - 2540F
Sólidos suspensos totais (mg.L ⁻¹)	Todos	P ou Vd	Refrigeração ≤6°C	refrigeração entre 2 e 6°C	7 dias	SMWW - 2540D
Sólidos totais (mg.L ⁻¹)	Rios e lagoas	P ou Vd	-	refrigeração inferior a 4°C sem filtrar ou - 20°C filtradas, proteger da luz	7 dias	SMWW - 2540B/E
Sulfato (mg.L ⁻¹)	Todos	P ou Vd	Refrigeração ≤6°C	refrigeração entre 2 e 6°C	28 dias	EPA 4500 SO4 2-E
Sulfeto com H ₂ S não dissociado (mg.L ⁻¹)	Todos	Vd	Refrigeração ≤6°C, NaOH/ZnOAc para pH>9	refrigeração	7 dias	SMWW - 4500S2-D,H
Sulfeto total (mg.L ⁻¹)	Rios e lagoas	V	Refrigeração ≤6°C, NaOH/ZnOAc para pH>9	refrigeração	7 dias	SMWW - 4500S2-D,H

PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTOS - PMQQS

Revisão Bi-anual do PMQQS

3474-00-QQS-RL-0001-02

PARÂMETRO (unidade)	LOCAL	RECIPIENTE	PRESERVAÇÃO	ARMAZENAMENTO	VALIDADE DA AMOSTRA	MÉTODO
Temperatura ambiente (°C)	Rios e lagoas			<i>in situ</i>		SMWW 2550 B
Temperatura da água (°C)	Todos			<i>in situ</i>		SMEWW 2550 B
Transparência da água (m)	Lagoas			<i>in situ</i>		Profundidade de extinção do disco de Secchi POP 093
Turbidez (NTU)	Todos			<i>in situ</i>		SMWW 2130B
Turbidez – laboratório (NTU)	Todos	Vd	-	refrigeração entre 2 e 6°C	48h	SMEWW 2130 B
Vanádio (mg.L ⁻¹)	Todos	P	HNO ₃ , pH < 2	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA 6020A (EPA 3005A)
Zinco (mg.L ⁻¹)	Todos	P	HNO ₃ , pH < 2	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA 6020A (EPA 3005A)

Nota: mg.L⁻¹ = miligramas por litro; µS.cm⁻¹ = microSiemens por centímetro; Pt = unidade de cor verdadeira; UV = ultravioleta; NTU = Unidade Nefelométrica de Turbidez; - = não aplicável.

P = plástico; **Vd** = vidro; **VdA** = vidro âmbar

*** As coletas e análises de especiação de Arsênio deverão ser realizadas somente nos meses de janeiro (período chuvoso) e agosto ou setembro (período seco)**

**** A avaliação do pH de laboratório é analisado apenas como um parâmetro de validação dos dados, porém não existe a necessidade de apresentação desses resultados no banco de dados**

Em todos os pontos de coleta serão realizadas medições de campo através de sondas multiparamétricas dos seguintes parâmetros: temperatura da amostra, turbidez, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (mg.L^{-1} e%), pH e potencial redox. Adicionalmente, será mensurada também a salinidade nos pontos da zona costeira, estuarina, na Lagoa Monsarás e no ponto RDO 16, conforme **Quadro 1-8**. Amostras de água serão coletadas para avaliação dos parâmetros pH, condutividade elétrica e turbidez em laboratório, sendo que para o pH medido em laboratório os resultados deverão ser utilizados apenas para validação dos dados, não devendo ser apresentado em planilha do banco de dados.

Em cada ponto localizado no rio Doce e seus tributários serão realizadas medidas da condutividade ao longo da seção transversal da calha do rio. Nos casos em que for observada homogeneidade dos dados (variação de condutividade menor que 10%), uma amostra simples deve ser realizada. Quando a seção transversal apresentar resultados heterogêneos (variação de condutividade maior que 10%), uma amostragem composta deverá ser realizada (ver detalhes em **Capítulo 3**). Os resultados dos perfis de condutividade das seções transversais deverão ser divulgados juntamente com os relatórios do Programa de Garantia e Controle de Qualidade (QA/QC - **Capítulo 2**).

Nos 13 pontos localizados nas lagoas e nos 4 pontos localizados nas UHEs serão realizadas perfilagens verticais, com medições a cada 0,50 m ao longo de toda a profundidade, dos parâmetros temperatura da água, oxigênio dissolvido, percentual de saturação de OD, pH, condutividade elétrica, turbidez e potencial de oxirredução.

Nas coletas da zona costeira e estuarina (neste caso, conforme critério de estratificação de condutividade) serão realizadas perfilagens verticais utilizando equipamento adequado para medição dos parâmetros salinidade, condutividade elétrica, temperatura da água, profundidade, turbidez e oxigênio dissolvido. Nos estuários, caso seja necessário fazer a perfilagem (conforme critério de estratificação de condutividade), estas serão feitas com a sonda multiparamétrica, assim como descrito para lagoas.

1.5.5.2 - Sedimento

Os procedimentos para amostragem de sedimentos deverão seguir as recomendações da ANA & CETESB (2012), ABNT NBR-9898:1987 e ABNT NBR-15469:2015 e podem ser consultados no **Capítulo 3**. As amostragens deverão ser realizadas com um coletor do tipo draga, de preferência em áreas de deposição (agradiação), identificadas pela presença de sedimento silteoso e arenoso mais fino. Para amostragens em pontos da zona costeira e estuarina sugere-se o uso de uma draga que possua janela de inspeção que permita a sub-amostragem de meiofauna sem abrir a draga e desmobilizar o sedimento.

Em trechos de rio e tributários com até 75 metros de largura, será feita amostragem simples a partir de três réplicas, assim como nos ambientes de lagoa. Em pontos localizados nos trechos de rios com largura superior a 75 metros, deve ser realizada a amostragem composta no canal, a partir de três sub-amostragens, igualmente espaçadas, ao longo da secção do rio. As amostras coletadas serão homogeneizadas e quarteadas previamente à transferência para os frascos.

Os parâmetros analisados nas amostras de sedimento, as unidades de medida e o método para as variáveis medidas em campo e laboratório são apresentados no **Quadro 1-9**. Os limites de quantificação dos métodos deverão ser iguais ou inferiores aos limites indicados na Resolução CONAMA 454/2012.

Quadro 1-9 - Parâmetros para monitoramento da qualidade de sedimentos nos pontos amostrais, com as respectivas metodologias analíticas indicada para cada ambiente, bem como procedimento de preservação e armazenamento das amostras. Métodos entre parênteses referem-se a abertura da amostra.

ZC = zona costeira.

PARÂMETRO (unidade)	LOCAL	RECIPIENTE	ARMAZENAMENTO	VALIDADE DA AMOSTRA	MÉTODO
Alumínio* (mg.kg ⁻¹)	Todos	P	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA6010C (EPA3050B)
Antimônio* (mg.kg ⁻¹)	Todos	P	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA6010C (EPA3050B)
Arsênio* (mg.kg ⁻¹)	Todos	P	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA6010C (EPA3050B)
Bário* (mg.kg ⁻¹)	Todos	P	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA6010C (EPA3050B)
Berílio (mg.kg ⁻¹)	Todos	P	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA6010C (EPA3050B)
Boro* (mg.kg ⁻¹)	Todos	P	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA6010C (EPA3050B)
Cádmio* (mg.kg ⁻¹)	Todos	P	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA6010C (EPA3050B)
Carbono orgânico total* (%)	Todos	P	refrigeração entre 2 e 6°C/ausência de luz	28 dias	TEIXEIRA, 2017
Chumbo* (mg.kg ⁻¹)	Todos	P	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA6010C (EPA3050B)
Cobalto (mg.kg ⁻¹)	Todos	P	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA6010C (EPA3050B)
Cobre* (mg.kg ⁻¹)	Todos	P	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA6010C (EPA3050B)
Cromo* (mg.kg ⁻¹)	Todos	P	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA6010C (EPA3050B)
Estrôncio (mg.kg ⁻¹)	Todos	P	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA6010C (EPA3050B)
Fenóis (mg.kg ⁻¹)	Rios e lagoas	Vd	refrigeração entre 2 e 6°C	14 dias	EPA 8270D
Ferro* (mg.kg ⁻¹)	Todos	P	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA6010C (EPA3050B)
Fósforo total* (mg.kg ⁻¹)	Todos	P	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA6010C (EPA3050B)
Manganês* (mg.kg ⁻¹)	Todos	P	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA6010C (EPA3050B)
Mercurio* (mg.kg ⁻¹)	Todos	P	refrigeração entre 2 e 6°C, ausência de luz	6 meses	EPA7471A

PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTOS - PMQQS

Revisão Bi-anual do PMQQS

3474-00-QQS-RL-0001-02

PARÂMETRO (unidade)	LOCAL	RECIPIENTE	ARMAZENAMENTO	VALIDADE DA AMOSTRA	MÉTODO
Molibdênio (mg.kg ⁻¹)	Todos	P	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA6010C (EPA3050B)
Níquel* (mg.kg ⁻¹)	Todos	P	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA6010C (EPA3050B)
Nitrogênio Kjeldahl total* (mg.kg ⁻¹)	Todos	P ou Vd	refrigeração entre 2 e 6°C	-	ISRIC - Procedures for soil analysis (2002)
pH	Todos		<i>in situ</i>		SMWW 4500 H ⁺ B
Potencial de oxi-redução (ORP) (mV)	Todos		<i>in situ</i>		SMWW 2580 B
Prata (mg.kg ⁻¹)	Todos	P	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA6010C (EPA3050B)
Selênio* (mg.kg ⁻¹)	Todos	P	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA6010C (EPA3050B)
Sólidos (%)	Todos	P	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	SMWW 2540 G
Teor de Carbonatos (%)	ZC e estuários	P			Suguio (1973)
Teor de umidade (%)	Todos	P	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	SMWW 2540 G
Vanádio* (mg.kg ⁻¹)	Todos	P	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA6010C (EPA3050B)
Zinco* (mg.kg ⁻¹)	Todos	P	refrigeração entre 2 e 6°C	6 meses	EPA6010C (EPA3050B)
Distribuição granulométrica (%)	Todos	P	-	-	Suguio (1973)
PCB-Bifenilas policloradas	Todos	V	refrigeração entre 2 e 6°C	14 dias	USEPA 8082 A
HPA-Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos	Todos	V	refrigeração entre 2 e 6°C	14 dias	USEPA 8082 A

Nota: mg.kg⁻¹ = miligramas por quilograma; µg.kg⁻¹ = microgramas por quilograma; mV = milivolts; - = não aplicável.

P = plástico; **Vd** = vidro

*** Método de análise para sedimento e também para MPS.**

1.5.5.2.1 - Testemunho de sedimentos

Coletas de testemunhos de sedimentos de fundo serão realizadas apenas nos rios, lagoas e estuários, conforme indicado pelo **Quadro 1-13**. A amostragem será feita pela técnica de “Gravity Core” ou “Kajak Core”, seguindo as premissas descritas em ANA & CETESB (2012) e EPA (2001). Os testemunhos serão fatiados em camadas de 2 em 2 cm até a profundidade de 10 cm e em camadas de 10 em 10 cm até pelo menos 1 metro. Cada camada será analisada de acordo com os parâmetros estipulados no **Quadro 1-9**. Maior detalhamento quanto ao procedimento de amostragem de testemunhos de sedimento pode ser visto no **Capítulo 3**.

A estimativa de datação das camadas de sedimentação dos testemunhos por chumbo 210 está suspensa (NT n° 45 e n° 56) até a aprovação da metodologia mais adequada para este tipo de análise.

1.5.5.3 - Descarga líquida

As medições de descarga líquida serão mensais e ocorrerão no mesmo dia em que forem realizadas a determinação dos parâmetros de qualidade em campo e a coleta das amostras de água.

As medições de descarga líquida (vazão) deverão ser realizadas pelo método acústico (ADCP - *Acoustic Doppler Current Profiler*) utilizando equipamento e software de aquisição e processamento de dados adequados para as medições confiáveis e que se aproximem ao máximo da realidade de escoamento da seção. As medições serão realizadas em pontos de monitoramento localizados nos rios que atendam aos requisitos hidráulicos específicos. Nas situações em que não for possível a medição pelo método acústico, será empregado o método convencional, com molinete. Elevadas concentrações de sólidos em suspensão e/ou baixa profundidade são exemplos de interferências que poderão impossibilitar a utilização do método acústico.

A partir dos dados obtidos ao longo de todo o período de amostragem acumulado, serão geradas curvas-chave para cada ponto amostral e disponibilizadas na planilha geral de dados, de acordo com modelo adotado pela ANA (conforme NT nº 56).

1.5.5.4 - Descarga sólida

Para a estimativa de descarga sólida serão realizadas amostragens de sedimentos em suspensão para determinação das suas concentrações e para análise granulométrica pelo método de granulometria a laser. Os procedimentos de medição de descarga sólida são apresentados em detalhes no **Capítulo 3**.

1.5.5.5 - Material particulado em suspensão (MPS)

Nos pontos em que a descarga sólida for avaliada serão realizadas também coleta e análise do Material Particulado em Suspensão (MPS) para os parâmetros marcados (*) no **Quadro 1-9**, considerando-se os métodos de amostragem e análise descritos no **Capítulo 3**. Conforme Indicado na NT nº73 do GTA-PMQQS, além dos pontos citados acima, a análise de MPS também deverá ser realizada nos pontos RDO 16 e ERD 01.

1.5.5.6 - Bioindicadores (fitoplâncton e fauna bentônica)

Nos pontos localizados em rios, reservatórios e lagoas marginais serão avaliados bioindicadores que incluem fitoplâncton e macroinvertebrados bentônicos. Nos estuários e zona costeira será avaliada a fauna bentônica (meiofauna e macrofauna) (**Quadro 1-10**). O detalhamento da metodologia de amostragem e análise desses bioindicadores é apresentado no **Capítulo 3**.

Quadro 1-10 - Bioindicadores a serem avaliados no PMQQS

BIOINDICADOR	AValiação
Fitoplâncton – qualitativo e quantitativo (cel.mL ⁻¹)	Avalia a diversidade de organismos fitoplanctônicos através de índices ecológicos e quantifica as espécies presentes, especialmente as cianobactérias que são potencialmente tóxicas.
Macroinvertebrados bentônicos – quantitativo (org.m ⁻²)	Avalia a diversidade de organismos bentônicos através de índices ecológicos, grupos indicadores, espécies exóticas e de interesse sanitário.

1.5.5.7 - Ensaios ecotoxicológicos

Em pontos localizados em rios e nas lagoas marginais o monitoramento ecotoxicológico será realizado com organismos padronizados para ambientes dulcícolas. Em rios, as amostragens ocorrerão a 0,30 m da superfície. Para os pontos de lagoas com mais de 3 m de profundidade, a coleta de água será feita nas profundidades 1 (0,5 m abaixo de superfície) e profundidade 3 (0,5 m acima do substrato de fundo). Nos pontos de lagoas com profundidade igual ou inferior a 3 m, somente será coletada uma amostra de água na superfície.

Nos rios e lagoas, todos os pontos deverão ter coleta de água e sedimento (elutriato e sedimento integral) para avaliação ecotoxicológica crônica, exceto em RVD03, RVD04, RGN02 m, RGN07 m, RCA04 e RCA05J.

Os ensaios ecotoxicológicos agudos deverão ocorrer somente nos seguintes pontos de rio: RDO 01J, RGN 06, RGN 08, RCA 02, RDO 11, RGU 01 e RDO 16. Nas lagoas, os ensaios agudos serão realizados nas lagoas do Limão (LLM 01, LLM 02 e LLM 03R), do Areão (LAO 01R) e Monsarás (LMN 01 e LMN 02R).

Nos pontos localizados na zona costeira e estuarina a avaliação ecotoxicológica crônica e aguda será realizada com organismos padronizados para estes ambientes, nos pontos da foz do rio Doce (setores central, norte e sul: ERD 01R, ZCS 05, ZCS 06, ZCN 01), para os ensaios de água (somente na profundidade de 0,50 m acima do substrato de fundo - P50) e sedimento (elutriato e sedimento integral). A periodicidade de coleta nos pontos RDO 16 e da lagoa Monsarás (LMN 01 e LMN 02R) deverá ser a mesma prevista para rios e lagoas, no entanto, deverão ser consideradas as especificidades do ambiente estuarino/zona costeira para os ensaios crônicos e agudos.

A relação dos organismos e o método aplicado para cada ensaio e ambiente estão especificadas no quadro **Quadro 1-11**. O detalhamento de frequência amostral por ponto e tipo de ensaio aplicado está explicado no item **1.5.6 - Frequência amostral** e de maneira resumida no quadro **Quadro 1-12**.

Quadro 1-11 – Ensaios ecotoxicológicos definidos por ambiente, organismo e métodos.

ENSAIO	ÁGUA		ELUTRIATO DE SEDIMENTO		SEDIMENTO INTEGRAL	
	ORGANISMO	MÉTODO	ORGANISMO	MÉTODO	ORGANISMO	MÉTODO
Ambiente Dulcícola						
CRÔNICO	Chlorophyceae (algas verdes)	ABNT/NBR-12648:2018	Chlorophyceae (algas verdes)	ABNT/NBR-12648:2018	<i>Hyalella</i> spp (Amphipoda) ABNT:NBR-15470:2013	
	<i>Ceriodaphnia</i> spp. (microcrustáceo)	ABNT/NBR-13373:2017	<i>Ceriodaphnia</i> spp. (microcrustáceo)	ABNT/NBR-13373:2017		
AGUDO	<i>Daphnia</i> spp. (microcrustáceo)	ABNT/NBR-12713:2016	<i>Daphnia</i> spp. (microcrustáceo)	ABNT/NBR-12713:2016	<i>Hyalella</i> spp (Amphipoda)	ABNT:NBR-15470:2013
Ambiente Estuarino e Zona Costeira						
CRÔNICO	<i>Skeletonema costatum</i> (microalgas)	ABNT/NBR-16181:2013	<i>Skeletonema costatum</i> (microalgas)	ABNT/NBR-16181:2013	<i>Nitokra</i> sp (microcrustáceo) Lotufo & Abessa, 2002	
	<i>Echinometra lacunter</i> -organismo (ouriço-do-mar)	ABNT/NBR-15350:2020	<i>Echinometra lacunter</i> -organismo (ouriço-do-mar)	ABNT/NBR-15350:2020		
	<i>Echinometra lacunter</i> -teste de fertilização (ouriço-do-mar)	Mastroti, 2002	<i>Echinometra lacunter</i> -teste de fertilização (ouriço-do-mar)	MASTROTI, 2002		
	<i>Echinometra lacunter</i> -teste com gametas (ouriço-do-mar)	Mastroti, 2002	<i>Echinometra lacunter</i> -teste com gametas (ouriço-do-mar)	MASTROTI, 2002		
AGUDO	Misidáceo (Crustacea)	ABNT/NBR: 15308:2017	Misidáceo (Crustacea)	ABNT/NBR-15308:2017	<i>Nitokra</i> sp (microcrustáceo)	Lotufo & Abessa, 2002

Quadro 1-12 – Resumo dos pontos amostrais em que são coletadas amostras para ensaios ecotoxicológicos, por profundidade de coleta de água.

ENSAIO/FREQUÊNCIA	PONTOS	PROFUNDIDADE
Crônicos/ Trimestral	RGN 01, RGN 04, RGN 06, RGN 08, RCA 01, RPG 01, RCA 02, RDO 01J, RDO 02J, RDO 03, RDO 04, RDO 05, RDO 06, RDO 07, RDO 08, RDO 09J, RDO 10, RDO 11, RDO 12, RDO 14, RDO 15, RDO 16, RPC 02, RPC 03J, RMA 01J, RSA 01, RSG 01, RCR 01, RMH 01, RGU 01, RGU 02	30 cm abaixo da superfície
	LLM 01, LLM 02, LLM 03R, LNV 01, LNV 02, RLNV 03R, LJP 01, LJP 02R, LJP 03, LAO 01R, LMN 01, LMN 02R, UHE CAN, UHE BAG, UHE AIM, UHE MAS	50 cm abaixo da superfície e 50 cm acima do substrato de fundo
Crônicos/ Semestral	ERD 01R, ZCS 05, ZCS 06, ZCN 01	50 cm acima do substrato de fundo
Agudos/Semestral	RGN 06, RGN 08, RCA 02, RDO 01J, RDO 11, RDO 16, RGU 01	30 cm abaixo da superfície
	LLM 01, LLM 02, LLM 03R, LAO 01R, LMN 01, LMN 02R	50 cm abaixo da superfície e 50 cm acima do substrato de fundo
	ERD 01R, ZCS 05, ZCS 06, ZCN 01	50 cm acima do substrato de fundo

Os procedimentos de amostragem e análise para os ensaios ecotoxicológicos em água e sedimentos dos rios, lagoas, zona costeira e estuários são apresentados no **Capítulo 3**.

1.5.6 - Frequência amostral

O PMQQS prevê monitoramento mensal da qualidade da água em todos os pontos de amostragem de rios, reservatórios, lagoas, estuários e zona costeira.

As estações automáticas estão distribuídas ao longo do rio Doce, alguns de seus formadores e afluentes e terão medição de parâmetros em tempo real com frequência de 60 minutos.

O monitoramento da qualidade do sedimento será realizado com frequência trimestral. Complementarmente, a amostragem de testemunhos de sedimento (i.e., perfil de 1,0 m) será realizada com frequência anual e essas amostras serão analisadas para os mesmos parâmetros de qualidade de sedimentos.

O monitoramento dos organismos fitoplanctônicos em ambientes de rios, reservatórios e lagoas deverá ocorrer mensalmente. A comunidade zoobentônica será monitorada trimestralmente em rios, reservatórios, lagoas, estuários e zona costeira.

Os ensaios ecotoxicológicos crônicos terão periodicidade trimestral para rios e lagoas. Em ambientes estuarinos e costeiros o monitoramento será semestral, contemplando período de chuva e de estiagem. Para a avaliação ecotoxicológica aguda a periodicidade será semestral.

As amostragens na zona costeira e nos estuários devem ser, preferencialmente, efetivadas no período do mês de transição entre marés de quadratura e sizígia. Desta forma, a equipe de campo irá trabalhar em condição intermediária de intensidade de maré. Este fator oceanográfico é relevante para a variabilidade espaço-temporal da qualidade de água em curto prazo, com base nos resultados do monitoramento de qualidade de água e sedimentos que vem sendo desenvolvido pela Fundação. As amostragens devem ser realizadas no menor intervalo de tempo possível em cada mês, evitando-se assim maior variação temporal entre pontos.

A frequência do plano de amostragem é apresentada de maneira resumida no **Quadro 1-13**.

Quadro 1-13 – Frequência de amostragem para qualidade de água e sedimento no rio Doce, tributários, lagoas, estuários e zona costeira.

TRECHO	CURSO HÍDRICO	NOME DO PONTO DE MONITORAMENTO	CÓDIGO DO PONTO	ESTAÇÃO AUTOMÁTICA TIPO I	ESTAÇÃO AUTOMÁTICA TIPO I COM TURBIDEZ	ESTAÇÃO AUTOMÁTICA TIPO II	FÍSICO-QUÍMICO ÁGUA	FÍSICO-QUÍMICO SEDIMENTO	FÍSICO-QUÍMICO TESTEMUNHO	DESCARGA LÍQUIDA	DESCARGA SÓLIDA	MPS	FITOPLÂNCTON	BENTOS	ECOTOXICOLÓGICOS ÁGUA	ECOTOXICOLÓGICOS SEDIMENTO
Trecho 1 - Mina Samarco até a UHE Risoleta Neves	Córrego Santarém	Mariana - Dique S3	RVD 03				Mensal							Mensal		
		Mariana - Dique S4	RVD 04				Mensal							Mensal		
	Rio Gualaxo do Norte	Mariana - Gualaxo Norte 01	RGN 01 m		60 minutos											
		Mariana - Gualaxo Norte 01	RGN 01				Mensal	Trimestral	Anual	Mensal			Mensal	Trimestral	Crônico – Trimestral	Crônico – Trimestral
		Mariana - Gualaxo Norte 02	RGN 02 m				Mensal			Mensal			Mensal	Trimestral		
		Mariana - Gualaxo Norte 04	RGN 04				Mensal			Mensal			Mensal	Trimestral	Crônico – Trimestral	Crônico – Trimestral
		Mariana - Gualaxo Norte 06	RGN 06		60 minutos		Mensal	Trimestral	Anual	Mensal			Mensal	Trimestral	Crônico – Trimestral, Agudo – Semestral	Crônico – Trimestral, Agudo – Semestral
		Mariana - Gualaxo Norte 07	RGN 07 m				Mensal			Mensal			Mensal	Trimestral		
		Barra Longa - Gualaxo Norte 08	RGN 08		60 minutos		Mensal	Trimestral	Anual	Mensal	Trimestral	Trimestral	Mensal	Trimestral	Crônico – Trimestral, Agudo – Semestral	Crônico – Trimestral, Agudo – Semestral
		Barra Longa - Carmo 01	RCA 01		60 minutos		Mensal	Trimestral	Anual	Mensal			Mensal	Trimestral	Crônico - Trimestral	Crônico - Trimestral
	Rio do Carmo	Barra Longa - Carmo 02	RCA 02			60 minutos	Mensal	Trimestral	Anual	Mensal			Mensal	Trimestral	Crônico – Trimestral, Agudo – Semestral	Crônico – Trimestral, Agudo – Semestral
		Barra Longa - Carmo 04	RCA 04				Mensal			Mensal			Mensal	Trimestral		
		Rio Doce - Carmo 05	RCA 05J				Mensal			Mensal			Mensal	Trimestral		
	Rio Piranga	Ponte Nova - Piranga 01	RPG 01				Mensal	Trimestral	Anual	Mensal			Mensal	Trimestral	Crônico – Trimestral	Crônico – Trimestral
	Rio Doce	Rio Doce - Doce 01	RDO 01J			60 minutos	Mensal	Trimestral	Anual	Mensal	Trimestral	Trimestral	Mensal	Trimestral	Crônico – Trimestral, Agudo – Semestral	Crônico – Trimestral, Agudo – Semestral
		Rio Doce - UHE Candonga	UHE CAN				Mensal	Trimestral	Anual				Mensal	Trimestral	Crônico – Trimestral	Crônico – Trimestral

TRECHO	CURSO HÍDRICO	NOME DO PONTO DE MONITORAMEN TO	CÓDIGO DO PONTO	ESTAÇÃO AUTOMÁTICA TIPO I	ESTAÇÃO AUTOMÁTICA TIPO I COM TURBIDEZ	ESTAÇÃO AUTOMÁTICA TIPO II	FÍSICO- QUÍMICO ÁGUA	FÍSICO- QUÍMICO SEDIMENTO	FÍSICO- QUÍMICO TESTEMUNHO	DESCARGA LÍQUIDA	DESCARGA SÓLIDA	MPS	FITOPLÂNCTON	BENTOS	ECOTOXICOLÓGICOS ÁGUA	ECOTOXICOLÓGICOS SEDIMENTO
Trecho 02 – UHE Candonga até a UHE Baguari	Rio Doce	Rio Doce - Doce 02	RDO 02J			60 minutos	Mensal	Trimestral	Anual				Mensal	Trimestral	Crônico - Trimestral	Crônico - Trimestral
		São Domingos do Prata - Doce 03	RDO 03			60 minutos	Mensal	Trimestral	Anual	Mensal	Trimestral	Trimestral	Mensal	Trimestral	Crônico - Trimestral	Crônico - Trimestral
		Bom Jesus do Galho - Doce 04	RDO 04			60 minutos	Mensal	Trimestral	Anual	Mensal			Mensal	Trimestral	Crônico - Trimestral	Crônico - Trimestral
		Belo Oriente - Doce 05	RDO 05			60 minutos	Mensal	Trimestral	Anual	Mensal			Mensal	Trimestral	Crônico - Trimestral	Crônico - Trimestral
		Periquito - Doce 06	RDO 06				Mensal	Trimestral	Anual	Mensal	Trimestral	Trimestral	Mensal	Trimestral	Crônico - Trimestral	Crônico - Trimestral
		Periquito - UHE Baguari	UHE BAG				Mensal	Trimestral	Anual				Mensal	Trimestral	Crônico - Trimestral	Crônico - Trimestral
	Rio Piracicaba	Mariana - Piracicaba 02	RPC 02				Mensal	Trimestral	Anual	Mensal			Mensal	Trimestral	Crônico - Trimestral	Crônico - Trimestral
		Ipatinga - Piracicaba 03	RPC 03J				Mensal	Trimestral	Anual	Mensal			Mensal	Trimestral	Crônico - Trimestral	Crônico - Trimestral
	Rio Matipó	Raul Soares - Matipó 01	RMA 01	60 minutos												
		Raul Soares - Matipó 01	RMA 01J				Mensal	Trimestral	Anual	Mensal			Mensal	Trimestral	Crônico - Trimestral	Crônico - Trimestral
Trecho 03 – UHE Baguari até a UHE Aimorés	Rio Santo Antônio	Naque - Santo Antonio 01	RSA 01				Mensal	Trimestral	Anual	Mensal			Mensal	Trimestral	Crônico - Trimestral	Crônico - Trimestral
		Belo Oriente - Santo Antonio 02	RSA01 m							Mensal						
	Rio Doce	Governador Valadares - Doce 07	RDO 07	60 minutos			Mensal	Trimestral	Anual	Mensal	Trimestral	Trimestral	Mensal	Trimestral	Crônico - Trimestral	Crônico - Trimestral
		Governador Valadares - Doce 08	RDO 08			60 minutos	Mensal	Trimestral					Mensal	Trimestral	Crônico - Trimestral	Crônico - Trimestral
		Tumiritinga - Doce 09	RDO 09	60 minutos			Mensal	Trimestral	Anual	Mensal	Trimestral	Trimestral	Mensal	Trimestral	Crônico - Trimestral	Crônico - Trimestral
		Conselheiro Pena - Doce 09J	RDO 09J				Mensal	Trimestral	Anual	Mensal			Mensal	Trimestral	Crônico - Trimestral	Crônico - Trimestral
		Resplendor - Doce 10	RDO 10				Mensal	Trimestral	Anual				Mensal	Trimestral	Crônico - Trimestral	Crônico - Trimestral
		Aimorés - UHE Aimorés	UHE AIM				Mensal	Trimestral	Anual				Mensal	Trimestral	Crônico - Trimestral	Crônico - Trimestral
	Rio Suaçui Grande	Governador Valadares - Suacui 01	RSG 01	60 minutos			Mensal	Trimestral	Anual	Mensal			Mensal	Trimestral	Crônico - Trimestral	Crônico - Trimestral
	Rio Caratinga	Conselheiro Pena - Caratinga 01	RCR 01	60 minutos			Mensal	Trimestral	Anual	Mensal			Mensal	Trimestral	Crônico - Trimestral	Crônico - Trimestral
	Rio Manhuaçu	Aimores - Manhuacu 01	RMH 01	60 minutos			Mensal	Trimestral	Anual	Mensal			Mensal	Trimestral	Crônico - Trimestral	Crônico - Trimestral

TRECHO	CURSO HÍDRICO	NOME DO PONTO DE MONITORAMEN TO	CÓDIGO DO PONTO	ESTAÇÃO AUTOMÁTICA TIPO I	ESTAÇÃO AUTOMÁTICA TIPO I COM TURBIDEZ	ESTAÇÃO AUTOMÁTICA TIPO II	FÍSICO- QUÍMICO ÁGUA	FÍSICO- QUÍMICO SEDIMENTO	FÍSICO- QUÍMICO TESTEMUNHO	DESCARGA LÍQUIDA	DESCARGA SÓLIDA	MPS	FITOPLÂNCTON	BENTOS	ECOTOXICOLÓGICOS ÁGUA	ECOTOXICOLÓGICOS SEDIMENTO
Trecho 4 - UHE Amorés até a Foz	Rio Guandu	Baixo Guandu - Guandu 01	RGU 01				Mensal	Trimestral	Anual				Mensal	Trimestral	Crônico – Trimestral, Agudo – Semestral	Crônico – Trimestral, Agudo – Semestral
		Baixo Guandu - Guandu 02	RGU 02				Mensal	Trimestral	Anual				Mensal	Trimestral	Crônico - Trimestral	Crônico – Trimestral
	Rio Doce	Baixo Guandu - UHE Mascarenha s	UHE MAS				Mensal	Trimestral	Anual				Mensal	Trimestral	Crônico - Trimestral	Crônico - Trimestral
		Baixo Guandu - Doce 11	RDO 11	60 minutos			Mensal	Trimestral	Anual	Mensal			Mensal	Trimestral	Crônico – Trimestral, Agudo – Semestral	Crônico – Trimestral, Agudo – Semestral
		Colatina - Doce 12	RDO 12			60 minutos	Mensal	Trimestral	Anual	Mensal	Trimestral	Trimestral	Mensal	Trimestral	Crônico - Trimestral	Crônico - Trimestral
		Colatina - Doce 14	RDO 14	60 minutos			Mensal	Trimestral	Anual	Mensal			Mensal	Trimestral	Crônico - Trimestral	Crônico - Trimestral
		Linhares - Doce 15	RDO 15	60 minutos			Mensal	Trimestral	Anual	Mensal	Trimestral	Trimestral	Mensal	Trimestral	Crônico - Trimestral	Crônico - Trimestral
		Linhares - Doce 16	RDO 16			60 minutos	Mensal	Trimestral	Anual			Trimestral	Mensal	Trimestral	Crônico – Trimestral, Agudo – Semestral	Crônico – Trimestral, Agudo – Semestral
Lagoas	Lagoa do Limão	Colatina - Lagoa do Limao 01	LLM 01				Mensal	Trimestral	Anual				Mensal	Trimestral	Crônico – Trimestral, Agudo – Semestral	Crônico – Trimestral, Agudo – Semestral
		Colatina - Lagoa do Limao 02	LLM 02				Mensal	Trimestral	Anual				Mensal	Trimestral	Crônico – Trimestral, Agudo – Semestral	Crônico – Trimestral, Agudo - Semestral
		Colatina - Lagoa do Limao 03	LLM 03R				Mensal	Trimestral	Anual				Mensal	Trimestral	Crônico – Trimestral, Agudo – Semestral	Crônico – Trimestral, Agudo – Semestral
	Lagoa Nova	Linhares - Lagoa Nova 01	LVN 01				Mensal	Trimestral	Anual				Mensal	Trimestral	Crônico - Trimestral	Crônico - Trimestral
		Linhares - Lagoa Nova 02	LVN 02R				Mensal	Trimestral	Anual				Mensal	Trimestral	Crônico - Trimestral	Crônico - Trimestral
		Linhares - Lagoa Nova 03	LVN 03R				Mensal	Trimestral	Anual				Mensal	Trimestral	Crônico - Trimestral	Crônico - Trimestral
	Lagoa Juparanã	Linhares - Lagoa Juparana 01	LJP 01				Mensal	Trimestral	Anual				Mensal	Trimestral	Crônico - Trimestral	Crônico - Trimestral
		Linhares - Lagoa Juparana 02	LJP 02R				Mensal	Trimestral	Anual				Mensal	Trimestral	Crônico - Trimestral	Crônico - Trimestral
		Linhares - Lagoa Juparana 03	LJP 03				Mensal	Trimestral	Anual				Mensal	Trimestral	Crônico - Trimestral	Crônico - Trimestral
	Lagoa do Areão	Linhares - Lagoa do Areao 01	LAO 01R				Mensal	Trimestral	Anual				Mensal	Trimestral	Crônico – Trimestral, Agudo – Semestral	Crônico – Trimestral, Agudo – Semestral
	Lagoa do Areal	Linhares - Lagoa do Areal 01	LAL 01				Mensal	Trimestral	Anual				Mensal	Trimestral	Crônico - Trimestral	Crônico - Trimestral
	Lagoa Monsarás	Linhares - Lagoa Monsarás 01	LMN 01				Mensal	Trimestral	Anual				Mensal	Trimestral	Crônico – Trimestral, Agudo – Semestral	Crônico – Trimestral, Agudo – Semestral
		Linhares - Lagoa Monsarás 02	LMN 02R				Mensal	Trimestral	Anual				Mensal	Trimestral	Crônico – Trimestral, Agudo – Semestral	Crônico – Trimestral, Agudo – Semestral

TRECHO	CURSO HÍDRICO	NOME DO PONTO DE MONITORAMEN TO	CÓDIGO DO PONTO	ESTAÇÃO AUTOMÁTICA TIPO I	ESTAÇÃO AUTOMÁTICA TIPO I COM TURBIDEZ	ESTAÇÃO AUTOMÁTICA TIPO II	FÍSICO- QUÍMICO ÁGUA	FÍSICO- QUÍMICO SEDIMENTO	FÍSICO- QUÍMICO TESTEMUNHO	DESCARGA LÍQUIDA	DESCARGA SÓLIDA	MPS	FITOPLÂNCTON	BENTOS	ECOTOXICOLÓGICOS ÁGUA	ECOTOXICOLÓGICOS SEDIMENTO
Estuários	Estuários	Conceição da Barra - Estuário Itaúnas 01	EIT 01				Mensal	Mensal	Anual					Trimestral		
		Conceição da Barra - Estuário Itaúnas 02	EIT 02				Mensal	Mensal	Anual					Trimestral		
		Conceição da Barra - Estuário Cricaré 01	ECR 01				Mensal	Mensal	Anual					Trimestral		
		Conceição da Barra - Estuário Cricaré 02	ECR 02				Mensal	Mensal	Anual					Trimestral		
		São Mateus - Estuário Barra Nova 01	EBN 01R				Mensal	Mensal	Anual					Trimestral		
		São Mateus - Estuário Barra Nova 02	EBN 02R				Mensal	Mensal	Anual					Trimestral		
		Linhares - Estuário Rio Ipiranga 01	ERI 01				Mensal	Mensal	Anual					Trimestral		
		Linhares - Estuário Rio Ipiranga 02	ERI 02R				Mensal	Mensal	Anual					Trimestral		
		Linhares - Estuário Rio Doce 01	ERD 01R				Mensal	Mensal	Anual				Trimestral	Trimestral	Crônico e agudo - Semestral	Crônico e agudo - Semestral
		Aracruz - Estuário Rio Riacho 01	ERR 01R				Mensal	Mensal	Anual					Trimestral		
		Aracruz - Estuário Rio Riacho 02	ERR 02				Mensal	Mensal	Anual					Trimestral		
		Aracruz - Estuário Piraque-Acu 01	EPA 01R				Mensal	Mensal	Anual					Trimestral		
		Aracruz - Estuário Piraque-Acu 02	EPA 02R				Mensal	Mensal	Anual					Trimestral		

TRECHO	CURSO HÍDRICO	NOME DO PONTO DE MONITORAMEN TO	CÓDIGO DO PONTO	ESTAÇÃO AUTOMÁTICA TIPO I	ESTAÇÃO AUTOMÁTICA TIPO I COM TURBIDEZ	ESTAÇÃO AUTOMÁTICA TIPO II	FÍSICO- QUÍMICO ÁGUA	FÍSICO- QUÍMICO SEDIMENTO	FÍSICO- QUÍMICO TESTEMUNHO	DESCARGA LÍQUIDA	DESCARGA SÓLIDA	MPS	FITOPLÂNCTON	BENTOS	ECOTOXICOLÓGICOS ÁGUA	ECOTOXICOLÓGICOS SEDIMENTO
Região Costeira e estuarina	Zona Costeira	Aracruz - Refúgio	ZCS 01				Mensal	Mensal						Trimestral		
		Aracruz - Padres	ZCS 02				Mensal	Mensal						Trimestral		
		Aracruz - Barra do Riacho	ZCS 03				Mensal	Mensal						Trimestral		
		Aracruz - Comboios	ZCS 04				Mensal	Mensal						Trimestral		
		Linhares - Regência 01	ZCS 05				Mensal	Mensal						Trimestral	Crônico e agudo - Semestral	Crônico e agudo - Semestral
		Linhares - Regência 02	ZCS 06				Mensal	Mensal						Trimestral	Crônico e agudo - Semestral	Crônico e agudo - Semestral
		Serra - Jacaraípe	ZCS 07				Mensal	Mensal						Trimestral		
		Serra - Manguinhos	ZCS 08				Mensal	Mensal						Trimestral		
		Linhares - Povoação	ZCN 01				Mensal	Mensal						Trimestral	Crônico e agudo - Semestral	Crônico e agudo - Semestral
		Linhares - Vila de Cacimbas	ZCN 02				Mensal	Mensal						Trimestral		
		Linhares - Pontal do Ipiranga	ZCN 03				Mensal	Mensal						Trimestral		
		São Mateus - Urussuquara	ZCN 04				Mensal	Mensal						Trimestral		
		São Mateus - Guriri	ZCN 05				Mensal	Mensal						Trimestral		
		Conceição da Barra - Itaúnas	ZCN 06				Mensal	Mensal						Trimestral		

1.5.7 - Comunicação e gestão de informações

1.5.7.1 - Documentação de campo

Os formulários de cadeia de custódia, as fichas e relatórios de campo devem ser utilizados para relatar as condições de campo identificadas no momento da coleta, registro dos resultados das análises de campo, além de rastrear o transporte das amostras até o laboratório. Os procedimentos de amostragem serão registrados de maneira sistemática em formulários específicos (fichas de campo), preenchidos no momento da amostragem. As fichas devem ser elaboradas por matriz, contendo, no mínimo: registros das observações sobre as condições de amostragem, equipamentos utilizados, as não conformidades ou anomalias verificadas durante o processo de amostragem, frascos e preservantes utilizados e resultados dos parâmetros físicos e químicos medidos *in situ*. As fichas de campo devem ser validadas pelos fiscais de campo.

As amostras serão entregues ao laboratório respeitando as condições de preservação da amostra recomendadas para cada parâmetro e os prazos mínimos de validade de cada uma das amostras (**Capítulo 3**), devidamente identificadas e acompanhadas das cadeias de custódias ou fichas de campo corretamente preenchidas, conforme apresentado no **Capítulo 2**.

Gestão de informações no laboratório

A partir do recebimento das amostras no laboratório, as mesmas devem ser submetidas às respectivas análises conforme descreve o **Capítulo 3**.

Todos os resultados das análises de campo e de laboratório serão fornecidos em laudos analíticos em PDF e arquivos.CSV, assim como detalhado no **Capítulo 2**.

Todos os laudos originais de análises laboratoriais, atestados por profissional habilitado junto ao Conselho Regional de Química (CRQ) ou ao Conselho Regional de Biologia (CRBio), bem como as memórias dos cálculos analíticos, devem ser arquivados pelo laboratório durante 05 (cinco) anos, de maneira acessível para posteriores avaliações técnicas dos órgãos competentes.

1.5.7.2 - Comunicação dos dados

Os dados medidos pelas estações automáticas TIPO I e TIPO II são transmitidos via rede de telefonia celular 3G, 4G ou via satélite (*General Packet Radio Services* – GPRS), a depender da disponibilidade de sinal na localidade, em intervalos de 60 minutos. Os dados medidos pelas estações são então armazenados localmente em *dataloggers* e enviados pela internet para um banco de dados brutos acessível via portal web com acesso mediante apresentação de usuário e senha, distribuídos aos órgãos integrantes da CT-SHQA (ANA, IGAM, IEMA, IBAMA, ICMBio e AGERH).

O processo de gestão de dados implementado como parte dos procedimentos de QA/QC deverá ser feito pelo sistema Monitor Pro 5 (MP5), sistema atualmente utilizado pela Fundação Renova como banco de dados ambientais que recebe os dados das estações automáticas e das coletas manuais. Os dados das coletas manuais reportados pelos laboratórios no arquivo PDF devem ser digitalizados sem interferência humana para arquivos no formato CSV. Um processo de conferência manual deve fazer parte do fluxo de trabalho do banco de dados. Após todas as etapas, os resultados do arquivo CSV são importados para o MP5 e ficam disponibilizados aos órgãos ambientais integrantes da CT-SHQA, ao CIF e demais entidades cujo usuário e senha são disponibilizados pela Fundação Renova.

Após a importação com êxito dos dados para o MP5 serão aplicados validadores e qualificadores aos dados, conforme determinado pela NT nº 16 do GTA-PMQQS, de 22 de outubro de 2018. A conferência dos dados validados e qualificados é realizada através da elaboração de relatórios de QA/QC que são avaliados pelo GTA-PMQQS, conforme descrito no **Capítulo 2**. A partir da finalização dos protocolos de garantia e controle de qualidade, o banco de dados é disponibilizado na plataforma on-line do PMQQS (www.monitoramentoriodoce.org).

Para os dados das estações automáticas, sempre que um alerta permaneça pelo período superior a 3 (três) horas, os seguintes atores deverão ser cientificados das violações via e-mail: GTA-PMQQS, Prestadores de serviços responsáveis pelo abastecimento público municipal; Defesas Cíveis Municipais e Estaduais; Órgãos de Meio Ambiente e Gestão de Recursos Hídricos Estaduais e Federais, coordenadores de outras Câmaras Técnicas (CTs) que façam a solicitação. Para os responsáveis pela operação dos sistemas de abastecimento, os alertas deverão ser encaminhados também para os celulares, por *Short Message Service* (SMS) além dos e-mails.

1.5.7.3 - Análise e divulgação dos resultados

O banco de dados contendo os resultados validados e qualificados (**Capítulo 2**) será apresentado em relatórios de QA/QC, com frequência mensal (dados físicos e químicos) ou trimestral (dados biológicos, ensaios ecotoxicológicos, MPS, descargas líquida e sólida), de forma a garantir a qualidade dos dados gerados, ficando a análise sobre a qualidade da água na bacia do rio Doce e eventuais correlações com usos de recursos hídricos de atribuição dos órgãos competentes, conforme estabelecido na NT nº 46, de 29 de agosto de 2019 e nos moldes atualmente realizados. Assim sendo, não serão mais elaborados relatórios técnicos trimestrais ou anuais de apresentação de resultados, somente os relatórios QA/QC, que deverão ser realizados no menor tempo possível entre as coletas e entrega dos dados.

De acordo com a NT nº 56, estima-se que a disponibilização dos resultados validados dos parâmetros físicos e químicos deve ser em 45 dias e a dos demais parâmetros em 90 dias.

A análise técnica dos dados e relatórios gerados pelo PMQQS será realizada pelo Grupo Técnico de Acompanhamento do PMQQS (GTA-PMQQS), cuja composição foi indicada pela CT-SHQA. Cada órgão envolvido na análise poderá verificar tais dados e informará ao GTA qualquer alteração ou problema importante para tomada de decisão ou intervenção que o caso requeira.

Para a consolidação e análise dos dados obtidos, o GTA realizará reuniões mensais custeadas pela Fundação Renova, com duração mínima de dois dias com a participação de técnicos da ANA, do IGAM, do IEMA, da AGERH, do IBAMA e do ICMBio.

1.5.7.4 - Plataforma on-line

Durante o seminário de revisão Bianual do PMQQS foi percebida a necessidade de definição de uma estratégia para comunicação dos dados gerados pelo programa, e das informações geradas a partir destes dados, permitindo sua ampla divulgação e possibilitando o acesso aos diferentes públicos e usuários da bacia do rio Doce. Neste sentido, foi implementada uma plataforma online do PMQQS, que pode ser acessada em www.monitoramentoriodoce.org. Esta plataforma agrega os dados brutos/validados gerados, com possibilidade de visualização gráfica dos principais parâmetros da qualidade da água e sedimentos, bem como possibilidade de download de toda a base de dados do PMQQS, tanto das coletas convencionais quanto das estações automáticas. Esta plataforma possui uma linguagem clara e acessível para os usuários com diferentes formações e necessidades de informação, bem como para tomadores de decisão e gestores de recursos hídricos. Ela contém as Notas Técnicas relativas a alterações ocorridas no monitoramento e outros documentos relacionados ao programa. Também apresenta a equipe multidisciplinar envolvida no programa e algumas ações do mesmo, além de conter links para assuntos e organizações correlatas ao monitoramento e sites relacionados.

Esta plataforma possui um “fale conosco” para receber reclamações, sugestões e dúvidas, de forma a permitir a elaboração de estatísticas relativa aos usuários e melhoria do conteúdo.

1.5.8 - Duração do PMQQS e revisões periódicas

O PMQQS terá duração de 10 anos a partir do seu início (agosto/2017), tempo previsto no TTAC para a execução das ações compensatórias e de recuperação ambiental da bacia do rio Doce, de forma a assegurar o acompanhamento das intervenções e suas consequências na qualidade de água, bem como acompanhar as alterações promovidas na bacia, decorrentes das medidas reparatórias e compensatórias, na qualidade das águas do rio Doce.

Representantes do IGAM, IEMA, AGERH, ANA, IBAMA e ICMBio, que compõe o grupo técnico GTA-PMQQS, ficarão responsáveis por estabelecer cronograma de reuniões periódicas de avaliação contínua do programa de monitoramento. O Programa de monitoramento implementado deverá ser revisto pelo GTA-PMQQS a cada 02 anos. Cabe ao GTA-PMQQS realizar avaliações críticas do PMQQS, trimestralmente, e, caso necessário, poderá requisitar adequações a este programa adicionais às revisões bianuais.

1.6 - Referências bibliográficas

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 23rd Edition. Washington, DC, USA. 2017.

ANA, CETESB. Agência Nacional de Águas, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Guia nacional de coleta de preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Brasília, DF: ANA, São Paulo: CETESB, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA (ABNT). **NBR-15.469:2015**. Ecotoxicologia - Coleta, preservação e preparo de amostras. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR-9.898:1987**. Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR-ISO/IEC 17025:2017**. Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. 2017.

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Monitoramento especial da bacia do rio Doce. **Relatório 04: Hidrometria, sedimentometria e qualidade da água nas estações fluviométricas da RHN após a ruptura da barragem de rejeito quarta campanha de campo**. Belo Horizonte/MG, 2016.

MASTROTI, R. Testes de toxicidade com gametas de ouriço do mar (fertilização). In: Nascimento, I.A., Souza, E.C.P.M., Nipper, M.G. Métodos em ecotoxicologia Marinha: aplicações no Brasil, artes gráficas e Indústria Ltda. São Paulo, 515. p.162. 2002.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY OF IRELAND (EPA). **Parameters of water quality: interpretation and standards.** Ireland, 2001. Disponível em: https://www.epa.ie/pubs/advice/water/quality/Water_Quality.pdf

MINAS GERAIS. CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (COPAM). **Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 01/2008** – Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM), Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais (CERH-MG). Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Minas Gerais, 2008.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA 357/2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências, 2005.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA 454/2012.** Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional, 2012.

RENOVA, 2018. Fundação Renova. Disponível em: <http://www.fundacaorenova.org/manejo-de-rejeitos/>

SUGUIO, K. Introdução à sedimentologia. São Paulo. Ed. Edgard Blucher. EDUSP, 317 p. 1973.

TEIXEIRA, P. C., DONAGEMMA, G. K., FONTANA, A., & TEIXEIRA, W. G. Manual de métodos de análise de solo. Revista e Ampliada. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa Solos. Rio de Janeiro, Embrapa. 573p. 2017.

2 - CAPÍTULO 2 – PROGRAMA DE GARANTIA E CONTROLE DE QUALIDADE (QA/QC)

2.1 - Apresentação

Neste capítulo é apresentado o programa de Garantia e Controle da Qualidade (QA/QC) adotado pelo Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos (PMQQS), seguindo os procedimentos adotados por organismos de referência e orientações contidas na Nota Técnica nº 16, de 22 de Outubro de 2018, complementada pelas Notas Técnicas nº 56, de 23 de Dezembro de 2019 e nº 80, de 22 de Março de 2021, todas emitidas pelo GTA-PMQQS (**Anexo C**).

2.2 - Objetivo

Este programa de QA/QC tem como objetivo assegurar e garantir a precisão e acurácia dos resultados obtidos no âmbito do PMQQS, assim como garantir a integridade do banco de dados. Para isso, este programa fornece diretrizes gerais de garantia e controle de qualidade a serem observadas nos procedimentos de amostragem, preparação de amostras, medições de campo e análises químicas, cuja descrição é apresentada no Capítulo 3, bem como informações sobre a gestão das informações geradas nesse processo e a divulgação dos dados.

2.3 - Metodologia

As seguintes referências padrões devem ser utilizadas para validar os resultados das análises de laboratório:

- ANA e CETESB (2011): Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos;

- ABNT NBR-ISO/IEC 17025:2017 (ABNT, 2017a) - estabelece requisitos gerais para a competência de laboratórios em realizar ensaios e/ou calibrações, incluindo amostragem;
- DOQ-CGCRE-008/2011 (INMETRO, 2011) - compreende orientações sobre validação de métodos analíticos. Assegura que os laboratórios possuem características necessárias à obtenção de resultados com a qualidade exigida, pela validação dos métodos;
- ABNT NBR 16181:2013 (ABNT, 2013) - Ecotoxicologia aquática – Toxicidade crônica – Método de ensaio com microalgas marinhas;
- ABNT NBR 16435:2015 (ABNT 2015a) - estipula procedimentos para avaliar a qualidade de controle amostragem para fins de investigação de áreas contaminadas;
- ABNT NBR 15.469:2015 (ABNT, 2015b) - Ecotoxicologia - Coleta, preservação e preparo de amostras;
- ABNT NBR 12713:2016 (ABNT, 2016) - Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda – Método de ensaio com *Daphnia* spp. (Crustacea, Cladocera); ABNT NBR 13373:2017 (ABNT, 2017b) - método de ensaio para avaliação da toxicidade crônica para *Ceriodaphnia dubia*;
- ABNT NBR 13373:2017 (ABNT, 2017b) - método de ensaio para avaliação da toxicidade crônica para *Ceriodaphnia dubia*;
- ABNT NBR 15308:2017 (ABNT, 2017c) - Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda – Método de ensaio com misídeos (Crustacea);
- ABNT NBR 12648:2018 (ABNT, 2018): método para avaliação da toxicidade crônica de amostras líquidas e subs-tâncias químicas solúveis ou dispersas em água para as microalgas *Chlorella vulgaris*, *Desmodesmus subspicatus*, *Monoraphidium dybowskii*, *Raphidocelis subcapitata* (sinonímia *Pseudokirchneriella subcapitata*) e outras algas verdes unicelulares;

- ABNT NBR 15350:2020 (ABNT, 2020) - Ecotoxicologia aquática – Toxicidade crônica de curta duração – método de ensaio com ouriço-do-mar (Echinodermata: Echinoidea);
- ABNT NBR 15470:2021 (ABNT, 2021) - Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda e crônica – Método de ensaio com *Hyalella* spp. (Amphipoda) em sedimentos;
- USEPA-540-R-2017-001 (USEPA 2017) – National functional guidelines for inorganic superfund methods data review: descreve o programa de controle de qualidade (QA/QC) para análise de componentes inorgânicos pela U.S. Environmental Protection Agency (USEPA);
- USEPA-540-R-2017-002 (USEPA 2017) – National functional guidelines for organic superfund methods data review: descreve o programa de controle de qualidade (QA/QC) para análise de compostos orgânicos pela U.S. Environmental Protection Agency (USEPA).

2.3.1 - Garantia da qualidade (QA)

A garantia da qualidade (QA) no processo de amostragem e análises laboratoriais é assegurada considerando:

- Contratação de laboratório acreditado pela NBR-ISO 17025 para os parâmetros que serão analisados no PMQQS. Quando as análises não são rotineiras nos laboratórios analíticos nacionais e o mesmo não possui a certificação pelo INMETRO, este deverá prioritariamente subcontratar a análise com algum laboratório que possua a certificação, ou ao menos, possuir certificação que o qualifique para a respectiva análise, com uma justificativa técnica;
- Capacitação técnica da equipe responsável pelo monitoramento de água e sedimento, incluindo rotina de treinamentos a cada dois anos ou quando houver mudança de contrato;
- Participação rotineira dos laboratórios contratados e subcontratados em ensaios de proficiência (interlaboratoriais). Caso os resultados de participação não sejam positivos, o laboratório tem por obrigação melhorar a qualidade dos ensaios e participar de outro interlaboratorial para a mesma análise;

- Requisitos para os equipamentos de medição em campo nas campanhas de amostragem manual:
 - ▶ Verificação ou ajuste: operação destinada a fazer com que um instrumento de medição tenha desempenho compatível com o seu uso. O ajuste será realizado diariamente antes de cada campanha de amostragem, com materiais de referência rastreáveis produzidos por laboratório acreditado pelo INMETRO e que possuam certificados de calibração válidos, em local abrigado, sem incidência direta de luz solar e vento sobre os equipamentos e preferencialmente com temperatura estável. Os registros dessa verificação deverão estar disponíveis nos relatórios de campo ou em relatórios adicionais;
 - ▶ Descontaminação dos equipamentos e instrumentos de coleta a cada ponto amostral. Os materiais de coleta deverão ser descartáveis e descontaminados em sua fabricação, em material de polietileno (PE ou PEAD) ou polipropileno (PP). É vedada a utilização de polietileno de baixa densidade-PEBD, poliestireno-PS ou poliestireno expandido-PES, exceto para os sacos de coleta dos organismos bentônicos. Caso não seja possível a utilização de materiais descartáveis, deverão passar pela mesma rotina de descontaminação dos equipamentos, a fim de evitar contaminação cruzada. O procedimento mínimo para a limpeza de equipamentos e instrumentos de campo não descartáveis (balde, colheres e bandejas de inox) será: lavagem com detergente não fosfatado e posterior enxágue com água de boa qualidade (mineral ou deionizada). Esses instrumentos deverão ser substituídos em frequência a ser avaliada ou caso apresente evidências de contaminação (manchas, incrustações, sujeira aparente não removida com o processo de limpeza). Para as sondas multiparâmetros e demais equipamentos de medição, a limpeza deverá ocorrer conforme orientações do fabricante;
- Não será permitido fumar ou o consumir alimentos ou bebidas durante a amostragem, a fim de evitar quaisquer outras fontes de contaminação das amostras;
- A amostragem deve seguir a seguinte ordem: microbiológicos → amostras que não podem sofrer aeração → análises químicas (exceto metais) → metais dissolvidos → metais totais → ecotoxicológicos → comunidades biológicas.

- Requisitos para os equipamentos de medição automáticos das Estações Telemétricas:
 - ▶ Nas estações TIPO II, a frequência de visitas para manutenção das sondas será semanal. Durante essas visitas, a calibração das sondas será verificada por meio de comparação entre os valores reportados pela sonda instalada e aqueles reportados por uma sonda calibrada. Caso os valores reportados pelas sondas sejam diferentes (maior que 5% do valor medido na sonda padrão), a sonda instalada deve ser substituída por outra sonda calibrada ou por outros sensores calibrados, para garantir a confiabilidade dos dados monitorados. Especificamente para o parâmetro turbidez, deverá ser considerada a discrepância de 5% apenas quando estiver acima de 100 NTU. Para valores abaixo de 100 NTU é aceitável 10% de discrepância entre os valores obtidos pela sonda instalada e a sonda reserva calibrada. A calibração da sonda ou dos sensores será feita, necessariamente, em local abrigado, sem incidência direta da luz solar e vento sobre os equipamentos e preferencialmente com temperatura estável;
 - ▶ Nas Estações TIPO I sem turbidímetro, a frequência de visitas para manutenção dos equipamentos será bimestral. Onde existir turbidímetro instalado a frequência de visita será semanal;
 - ▶ As estações automáticas contarão com intervenções de forma remota ou presencial específicas de manutenção corretiva sempre que houver interrupção na transmissão dos dados por período superior a 48 horas. O período sem transmissão de dados não ultrapassará 7 dias;
 - ▶ Todas as operações de manutenção ou ocorrências com as estações automáticas deverão ser registradas para acompanhamento e avaliação.

2.3.2 - Controle de qualidade (QC)

O controle de qualidade (QC) se refere às técnicas internas usadas para medir e avaliar a qualidade dos dados. São coletadas amostras específicas para fins de QC (brancos diversos e duplicatas de amostras), as quais serão utilizadas para detectar e reduzir erros sistemáticos e aleatórios que possam ocorrer durante os procedimentos de laboratório e de amostragem no campo.

2.3.2.1 - Controle de qualidade de campo

Abaixo são descritos os requisitos para o controle de qualidade para a amostragem de água superficial e sedimento:

- Branco de campo e de viagem: Utilizado para matrizes aquosas, tem como objetivo identificar anomalias no local de amostragem que possam interferir nos resultados analíticos. As amostras de branco de campo e de viagem serão constituídas por água deionizada (tipo1) e submetidas ao ambiente da amostragem pelo mesmo tempo necessário para encher uma garrafa de amostra normal com a amostra de água do campo. Será coletado, no mínimo, um branco de campo por dia quando as substâncias de interesse forem mercúrio e orgânicos voláteis. Caso a análise não seja para substâncias voláteis os brancos de viagem não são aplicáveis (ABNT NBR-16435/2015);
- Branco de equipamento: Utilizado para matrizes aquosas. Quantidade de água deionizada que passa pelo mesmo processo de uma amostra, sendo levada a um equipamento e quantificada. Em campo, deve ser transferida para frascos de coleta e enviada ao laboratório para análise dos parâmetros de interesse. O intuito desta amostra é verificar se o equipamento utilizado na amostragem foi efetivamente higienizado antes do procedimento de amostragem. O procedimento de lavagem do equipamento será realizado com o uso de água isenta das substâncias de interesse e com detergente não fosfatado. Será preparado um branco de equipamento por matriz a cada dia.
- Monitoramento de temperatura: tem por objetivo avaliar se as amostras foram devidamente resfriadas na temperatura indicada pelo método de análise. Cada caixa térmica conterá um frasco contendo água deionizada para verificação de temperatura no momento de entrega das amostras ao laboratório, sendo registrada em formulário específico (ficha de campo ou cadeia de custódia). O termômetro utilizado para a medição deverá estar calibrado com certificação de fábrica ou em laboratório metrológicos que integrem a rede brasileira de calibração (RBC);

- Duplicata de campo: amostra tratada nas mesmas condições da amostra original a fim de determinar a precisão do método. Amostras duplicatas também serão utilizadas para avaliar a variabilidade de um ponto de amostragem. Será coletada uma duplicata por matriz, com frequência diária. As duplicatas e amostras originais devem ser encaminhadas ao laboratório para a análise das mesmas substâncias de interesse. A diferença entre o resultado da amostra e sua duplicata de campo não deve exceder 20%. Se a diferença for confirmada, o resultado não é retirado da planilha de banco de dados (BD), mas será destacado no relatório como um indicador da qualidade analítica.

As amostras QC serão tratadas da mesma forma que as demais amostras e enviadas para o laboratório para serem submetidas às mesmas análises. Para isso, estas serão rotuladas com nomes que não permitam que o laboratório as identifique como brancos ou duplicatas.

2.3.2.2 - Controle de qualidade laboratorial

O laboratório deverá apresentar os seguintes controles:

- Branco do método: amostra controle de laboratório que consiste em água de reagente sem contaminação, que passará pelos mesmos procedimentos de uma amostra real. Em certas situações, pode se tratar de um pano de limpeza ou filtro estéril processado através de procedimento de análise e preparação de amostras adequados. O laboratório contratado reportará no boletim de análise o branco do método de todos os parâmetros analisados naquele lote específico de amostras analisadas;
- Duplicata de laboratório: amostra controle de laboratório, submetida às mesmas condições de análise que determinada amostra. Avalia a eficiência na metodologia de preparação de amostras. O laboratório contratado reportará no boletim de análise ou em carta técnica o resultado da duplicata de todos os parâmetros analisados naquele conjunto específico de amostras analisadas. A diferença entre o resultado da amostra e sua duplicata não deve exceder 20%. Caso isso ocorra e se a amostra ainda estiver no tempo previsto para análise, o laboratório deverá repeti-la.

- Amostra fortificada (*Matrix Spike*): amostra na qual uma concentração conhecida dos analitos de interesse é adicionada a fim de determinar a interferência da matriz sobre o sistema analítico. Quando dividida em duplicata (i.e., *matrix spike duplicate* - MSD) e analisada pelo mesmo processo analítico, a amostra *spike* pode ser usada para avaliar a precisão analítica associada. Será coletada uma amostra fortificada por matriz, em duplicata, a cada 20 amostras. Estas amostras serão encaminhadas ao laboratório para a análise das mesmas substâncias de interesse;
- Material de Referência Certificado (MRC): são usados para avaliar o desempenho do laboratório. Um MRC tem valor conhecido de concentração e incerteza relativa. O MRC será submetido ao laboratório como se fosse uma amostra; os resultados das análises serão comparados aos dados do material certificado;
- Análise interlaboratorial: tem como objetivo verificar o desempenho do laboratório frente ao método analítico. O laboratório contratado participará de um programa interlaboratorial visando medir a qualidade dos resultados emitidos a partir de amostras devidamente preparadas. O interlaboratorial deverá ser realizado para os métodos contratados, e deverá seguir os procedimentos e cronogramas internos do laboratório, já acreditados pelo INMETRO. Além disso, o laboratório contratado deverá realizar ensaios interlaboratoriais adicionais sempre que solicitado pela contratante.

2.3.2.3 - Fichas de campo e cadeias de custódia

Os procedimentos de amostragem são registrados de maneira sistemática em formulários específicos que serão preenchidos no momento da amostragem (fichas de campo). Os formulários são elaborados por matriz e conterão, no mínimo: identificação do projeto, empresa responsável pela amostragem, identificação da amostra, data e hora de coleta, analitos de interesse, identificação do técnico responsável pela coleta (com a respectiva assinatura), data e horário de entrega e recebimento das amostras no laboratório e temperatura de chegada ao laboratório. Deverá, ainda, conter os registros das observações sobre as condições de amostragem, equipamentos e frascos utilizados, as não conformidades ou anomalias verificadas durante o processo de amostragem e resultados dos parâmetros físicos e

químicos *in situ*. Preferencialmente, as fichas deverão conter código de barras a fim de se rastrear o material desde a sua coleta até o resultado final. Caso o laboratório seja subcontratado, o mesmo deverá apresentar as cadeias de custódia contendo as mesmas informações das fichas de campo.

Para o preenchimento das fichas de campo e das cadeias de custódia devem-se evitar rasuras. Caso ocorra alteração de informações, estas serão claramente marcadas, rubricadas e assinadas. De maneira similar, o laboratório deve fornecer relatórios de campo, contendo as mesmas informações das fichas de campo, porém com clareza nos dados e ilustrados por registros fotográficos do momento da coleta, para cada ponto amostral.

2.3.2.4 - Requisitos de amostragem e identificação das amostras

Os rótulos ou etiquetas das frascarias a serem utilizadas na amostragem serão resistentes à umidade e conterão as seguintes informações: identificação do projeto, da matriz e da amostra, analitos, preservantes, data e horário da amostragem. Preferencialmente, deverão possuir código de barras para garantir a rastreabilidade das amostras, similar às fichas de campo.

Serão utilizadas luvas nitrílicas (ou luvas de látex sem talco) durante a manipulação de todos os materiais utilizados na amostragem. As luvas deverão ser substituídas entre as atividades de coleta de água e de sedimentos. Os frascos e preservantes utilizados serão fornecidos pelos laboratórios responsáveis pelas análises físicas, químicas e biológicas, adequados para cada tipo de amostra e parâmetros analisados.

Deverão ser disponibilizados para as equipes de campo para verificação a qualquer tempo as FISPQ (Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos) e o plano de segurança para produtos controlados, bem como os procedimentos gerais praticados pelo laboratório responsável pelas amostragens, considerando o controle dos processos, os procedimentos de amostragem, o controle da conformidade dos resultados e dos materiais e padrões e os prazos de validade para cada amostra desde sua coleta.

O **Capítulo 3** apresenta condições para preservação e transporte de amostras conforme especificado nos métodos analíticos de cada parâmetro selecionado para o PMQQS.

2.3.2.5 - Laudos analíticos

Serão obedecidos todos os requisitos estabelecidos pela norma ABNT NBR-ISO/IEC 17025, como por exemplo, identificação do projeto, identificação da contratante, identificação do ponto amostral, coordenadas geográficas, identificação da amostra, matriz, unidade de medida coerente com a matriz, métodos de análise, resultados dos parâmetros medidos *in situ*, e outros requisitos estabelecidos pela Fundação Renova. Os laudos deverão incluir os limites de detecção e quantificação por parâmetro.

As informações sobre os controles de qualidade laboratoriais citados no **item 2.3.2.2 - Controle de qualidade laboratorial**, serão apresentadas nos laudos analíticos. Além disso, as amostras serão analisadas dentro do prazo de validade específico para cada parâmetro de interesse (**Capítulo 3**). Caso contrário, os resultados deverão ser invalidados. A emissão dos laudos deverá ser imediata à geração dos resultados, de modo que não ultrapasse os prazos estabelecidos pela Fundação Renova.

2.4 - Sistema de gestão de dados

A gestão de dados do PMQQS é feita, atualmente, com base no sistema Monitor Pro 5 (MP5), contratado pela Fundação Renova. Os resultados oficiais dos laboratórios contratados são reportados em arquivo PDF e são digitalizados sem interferência humana para arquivos no formato CSV, por ser mais adequado para ser processado computacionalmente. Um processo de conferência manual é realizado por uma equipe de triagem e gestão do banco de dados, que atuam de forma integrada. Após todas as etapas de triagem, os resultados ficam disponibilizados no sistema MP5 para os órgãos ambientais (IBAMA, ANA, IEMA, AGERH, IGAM e ICMBio) e demais entidades cujo *login* e senha são disponibilizadas pela Fundação Renova.

Antes de serem carregados no MP5, os dados das análises laboratoriais passam por uma verificação manual de integridade e qualificação de resultados. Os laudos recebidos são conferidos por uma equipe de profissionais que identificam as inconsistências evidentes, tais como:

- Incompatibilidade entre os dados correspondentes contidos nos arquivos em PDF e CSV;
- Identificação incorreta dos pontos (código, coordenadas geográficas);
- Identificação incorreta da matriz (água, sedimentos, biota, etc);
- Falta de informações, campos incompletos ou em branco;
- Divergência de unidades de medida;
- Formatações de caracteres no arquivo CSV incompatíveis com o banco de dados MP5, como por exemplo, substituição de ponto por vírgula;

Identificadas as inconsistências, as mesmas são notificadas aos laboratórios emissores dos respectivos laudos, que são responsáveis pela correção e emissão de novos laudos revisados.

2.5 - Validação e qualificação dos dados

De acordo com a NT nº 16 do GTA-PMQQS, validadores e qualificadores pré-definidos devem ser aplicados aos dados das coletas manuais. Os validadores identificam situações não observadas na natureza, indicando erro na obtenção ou na transcrição do dado, enquanto os qualificadores avaliam a consistência do dado a partir de equações de balanço de massa, de cargas, da série histórica e das características do ambiente.

O sistema MP5 foi programado para aplicar automaticamente os validadores e qualificadores nos dados do PMQQS importados ao sistema. Os dados que não atendem os critérios de validação permanecem no sistema MP5, a fim de garantir a integridade dos

resultados, mas são removidos da planilha do banco de dados. Já os dados que não atendem os critérios de qualificação são mantidos no banco de dados. No sistema MP5 é possível visualizar quais foram os respectivos validadores e qualificadores descumpridos para cada dado do PMQQS.

Foram definidos 8 validadores, indicados no **Quadro 2-1**, e a respectiva ação a ser tomada caso o dado seja considerado inválido.

Quadro 2-1 – Validadores aplicados ao Banco de Dados, conforme NT nº 16 e 80 – GTA-PMQQS.

VALIDADOR/EQUAÇÃO	AMBIENTE E/OU MATRIZ	AÇÃO EM CASO DE DADO INVÁLIDO
V1) Limite de quantificação $\leq [\text{Parâmetro dissolvido}] \leq 1,2 \times [\text{Parâmetro total}]$	Todos os ambientes; matriz água	Descartar os dados inválidos de concentração do parâmetro dissolvido e do parâmetro total
V2) $ \text{pH}_{\text{campo}} - \text{pH}_{\text{lab}} \leq 1$	Todos os ambientes e matrizes	Descartar o dado inválido de pH_{lab}
V3) $0,85 \leq (\text{CE}_{\text{campo}}/\text{CE}_{\text{lab}}) \leq 1,15$ (*)	Todos os ambientes; matriz água	Descartar o dado inválido de CE_{lab}
V4) $0,92 \leq [(\text{Sólidos totais}/(\text{SST}+\text{SDT}))] \leq 1,12$	Águas interiores; matriz água	Descartar dados de Sólidos dissolvidos totais
V5) $0 \leq \text{pH} \leq 14$	Todos os ambientes e matrizes	Descartar o dado inválido de pH
V6) $[\text{Oxigênio Dissolvido}] \leq 15 \text{ mg.L}^{-1}$	Todos os ambientes; matriz água	Descartar o dado inválido de oxigênio dissolvido
V7) Temperatura da água $\leq 35^{\circ}\text{C}$	Todos os ambientes; matriz água	Descartar os dados de campo de temperatura da água, OD, pH e condutividade elétrica
V8) Ensaios ecotoxicológicos:	Ensaios de toxicidade aguda e crônica	Descartar o dado inválido
<u>V8a - <i>Ceriodaphnia dubia</i></u> Final do ensaio: - Letalidade dos organismos adultos no controle $\leq 20\%$ - Número médio de neonatos no controle $\geq 15\%$	Ambiente dulcícola; matriz água e elutriato de sedimento (Ensaios de toxicidade crônica)	Descartar o resultado do ensaio de <i>C. dubia</i> para a amostra
<u>V8b - <i>Chlorophyceae</i></u> a) o aumento da biomassa algácea média do controle for no mínimo: - 16 vezes superior à biomassa inicial, para $72 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$ de exposição; ou - 100 vezes superior à biomassa inicial, para $96 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$ de exposição; ou - 30 vezes superior à fluorescência inicial, para $72 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$ de exposição; b) o coeficiente de variação da biomassa algácea entre as réplicas do controle for menor ou igual a 20 %.	Ambiente dulcícola; matriz água e elutriato de sedimento (Ensaios de toxicidade crônica)	Descartar o resultado do ensaio que não atendeu aos critérios do V8b para a amostra
<u>V8c - <i>Daphnia similis</i></u> Final do ensaio: imobilidade no controle $\leq 10\%$	Ambiente dulcícola; matriz água e elutriato de sedimento (Ensaios de toxicidade aguda)	Descartar o resultado do ensaio de <i>D. similis</i> para a amostra

PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTOS - PMQQS

Revisão Bi-anual do PMQQS

3474-00-QQS-RL-0001-02

VALIDADOR/EQUAÇÃO	AMBIENTE E/OU MATRIZ	AÇÃO EM CASO DE DADO INVÁLIDO
<u>V8d – <i>Hyalella</i> spp</u> Final da exposição; número de organismos-teste mortos no controle $\leq 20\%$	Ambiente dulcícola; matriz sedimento integral (Ensaio de toxicidade aguda e crônica)	Descartar o resultado do ensaio de <i>Hyalella</i> spp para a amostra
<u>V8e – <i>Skeletonema costatum</i></u> - densidade celular do controle for 16 vezes maior (crescimento específico maior que $0,9 \text{ d}^{-1}$) - o coeficiente de variação das taxas de crescimento do controle não exceder 7 %; - a variação do pH no controle não exceder mais de uma unidade.	Ambiente estuarino e zona costeira; matriz água e elutriato de sedimento (Ensaio de toxicidade crônica)	Descartar o resultado do ensaio que não atendeu aos critérios do V8e para a amostra
<u>V8f – <i>Echinometra lacunata</i></u> Ao final do ensaio a porcentagem de <i>pluteus</i> normais deve ser superior ou igual a 80%	Ambiente estuarino e zona costeira; matriz água e elutriato de sedimento (Ensaio de toxicidade crônica)	Descartar o resultado do ensaio que não atendeu aos critérios do V8f para a amostra
<u>V8g – <i>Mysidaceo</i></u> Final do ensaio: letalidade no controle for $\leq 10\%$	Ambiente estuarino e zona costeira; matriz água e elutriato de sedimento (Ensaio de toxicidade aguda)	Descartar o resultado do ensaio que não atendeu aos critérios do V8g para a amostra
<u>V8h – <i>Nitokra</i> sp.</u> Letalidade dos organismos no controle for inferior ou igual a 30 %.	Ambiente estuarino e zona costeira; matriz sedimento integral (ensaio de toxicidade aguda e crônica)	Descartar o resultado do ensaio que não atendeu aos critérios do V8h para a amostra

(*) Para aplicação do V3, devem ser utilizados os dados de condutividade obtidos na temperatura de referência de 25°C , ou seja, os dados devem ser corrigidos para esta temperatura.

Os qualificadores, um total de 5, estão indicados no **Quadro 2-2**. Os dados que não atenderem aos critérios de qualificação deverão ser marcados em negrito na planilha do banco de dados de água e uma aba adicional deverá ser apresentada sem os valores, mas indicando a qual qualificador o dado não foi aprovado, conforme demonstrado na NT nº 16 do GTA-PMQQS.

Quadro 2-2 – Qualificadores aplicados aos resultados validados.

QUALIFICADOR	TIPO DE AMBIENTE E MATRIZ	EQUAÇÃO OU CRITÉRIO APLICADO	AÇÃO EM CASO DE ATENDIMENTO À FÓRMULA
Q1 – Série Histórica	Rios; matriz água	$[\text{Parâmetro}_{\text{PMQQS}}] < [\text{Resultado Máximo do Parâmetro Série Histórica}]$ ou $[\text{Parâmetro}_{\text{PMQQS}}] > [\text{Resultado Mínimo do Parâmetro Série Histórica}]$	Dado identificado em negrito no Banco de dados
Q2 – Balanço de massas	Todos os ambientes; matriz água	$1,2 \times \text{Parâmetro (total)} \geq \Sigma (\text{Parâmetro}_{\text{Fração 1}} + \text{Parâmetro}_{\text{Fração 2}} + \dots)$	Dado mantido no Banco de Dados com a mesma formatação dos demais
Q3 – pH (valores encontrados na literatura)	Todos os ambientes e matrizes	$5 \leq \text{pH}_{\text{águas interiores}} \leq 10 \text{ e}$ $6,5 \leq \text{pH}_{\text{estuário e zona costeira}} \leq 8,5$	Dado mantido no Banco de Dados com a mesma formatação dos demais
Q4 – Balanço iônico (*)	Águas interiores; matriz água	Diferença percentual (mEq.L^{-1}) < Critério de aceitação (mEq.L^{-1})	Dado mantido no Banco de Dados com a mesma formatação dos demais
Q5 – Ensaios interlaboratoriais	Todos os ambientes e matrizes	Resultado do último ensaio de proficiência for QUESTIONÁVEL ou INSATISFATÓRIO	Resultado do parâmetro deve ser marcado no Banco de Dados com “Q” (questionável) ou “I” (insatisfatório), até que seja apresentada evidência de solução da não conformidade ou da participação em novo ensaio de proficiência com resultados confiáveis para o parâmetro.

(*) As fórmulas do balanço iônico, que compõe o qualificador Q4, estão detalhadas na NT n° 16 e 80 – GTA – PMQQS, no Anexo C.

Tanto para os validadores quanto para os qualificadores, caso não satisfaçam a regra, devem-se verificar as seguintes condições:

- A Fundação Renova deve solicitar ao laboratório responsável para verificar se não houve erro de transcrição de dados na elaboração do laudo. Em caso de erro, o laboratório deve revisar o laudo analítico e reenviar para a Fundação Renova, que por sua vez deve atualizar os dados revisados no sistema MP5;
- Havendo tempo hábil considerando o prazo da análise, a amostra deverá ser reanalisada pelo laboratório responsável. Caso o resultado da nova análise seja diferente da anterior, o dado deverá ser atualizado no sistema MP5 com o novo valor;
- Em qualquer alteração no resultado, seja por erro de transcrição no sistema ou por reanálise da amostra, todo o processo de validação e qualificação deverá ser repetido.

- Para as estações automáticas, como os dados são em tempo real, ainda não existe um critério de validação. Os resultados são carregados no sistema MP5 integralmente, sendo excluídos somente os valores inválidos como: negativos ou pH fora da faixa de 0-14.

2.6 - Relatórios de avaliação e consistência dos dados

Os relatórios de QA/QC serão trimestrais, contendo a análise de consistência dos dados físicos e químicos (água e sedimento), biológicos, ensaios ecotoxicológicos, descarga líquida, descarga sólida, testemunho de sedimentos e material particulado em suspensão. Deverão informar todas as etapas citadas neste documento e caso alguma análise não tenha sido finalizada nesse período, deverá ser comunicada no relatório, incluindo os motivos de sua ausência no banco de dados.

2.7 - Considerações finais

Em resumo, o gerenciamento dos dados se inicia ainda nos cuidados de preparo das coletas, com a análise das fichas de campo, dos relatórios de campo e dos resultados *in situ* obtidos pelas sondas multiparamétricas. Os resultados das análises laboratoriais passam por critérios de validação e qualificação e, caso algum dado não atenda aos critérios, a reanálise deverá ser procedida pelo laboratório responsável, havendo tempo hábil de análise conforme a recomendação do parâmetro.

Em seguida, os dados extraídos do sistema MP5 passam por um processo de análise de consistência, onde se realiza a comparação dos dados com a série histórica, como também a avaliação dos brancos e duplicatas. Para garantir a consistência e integridade dos dados, realiza-se também a comparação dos dados extraídos do MP5 com seus respectivos laudos analíticos. Caso os resultados não estejam congruentes, a Fundação Renova deve solicitar a revisão do laudo ao laboratório responsável e, após a revisão, fica responsável por corrigir os dados no sistema MP5.

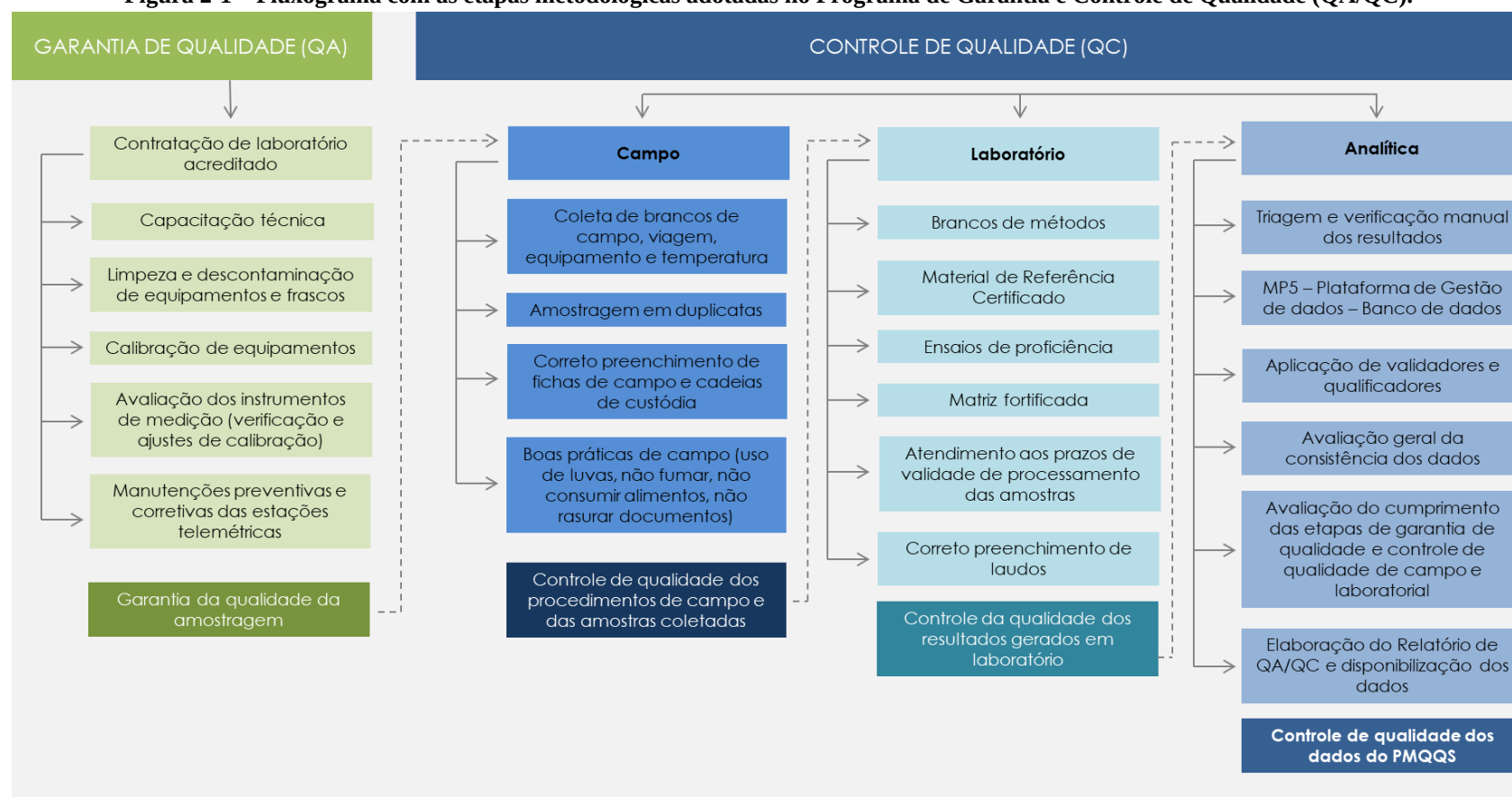
Por fim, para melhor esclarecimento dos trâmites envolvidos no QA/QC, a **Figura 2-1** apresenta um resumo dos procedimentos envolvidos na elaboração dos relatórios, desde as campanhas amostrais até o protocolo dos mesmos no GTA/PMQQS. Cabe ressaltar que os resultados gerados pelas estações automáticas não possuem um processo de validação e qualificação de dados, sendo gerado apenas os dados brutos. Ainda assim, a conferência do funcionamento das estações automáticas deverá ser incluída nos relatórios mensais de dados físicos e químicos, indicando eventuais desvios.

PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTOS - PMQQS

Revisão Bi-anual do PMQQS

3474-00-QQS-RL-0001-02

Figura 2-1 – Fluxograma com as etapas metodológicas adotadas no Programa de Garantia e Controle de Qualidade (QA/QC).



2.8 - Referências bibliográficas

ANA; CETESB. Guia Nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. CETESB: São Paulo, 326p. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. ABNT NBR 9898:1987. Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – Procedimento. Rio de Janeiro, RJ. 22p. 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. ABNT NBR 16181:2013. Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda – Toxicidade crônica – Método de ensaio com microalgas marinhas. Rio de Janeiro, RJ 27p. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. ABNT NBR-16435:2015. Controle de qualidade na amostragem para fins de investigação de áreas contaminadas – Procedimento. Rio de Janeiro, RJ. 10p. 2015a

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. ABNT NBR-15469:2015. Ecotoxicologia - Coleta, preservação e preparo de amostras. 16p. 2015b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. ABNT NBR 12713:2016. Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda – Método de ensaio com *Daphnia* spp. (Crustacea, Cladocera). Rio de Janeiro, RJ. 27p. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. ABNT NBR-ISO/IEC 17025:2017. Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro, RJ. 32p. 2017a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. ABNT NBR-13373:2017 Ecotoxicologia aquática - Toxicidade crônica - Método de ensaio com *Ceriodaphnia* spp (Crustacea, Cladocera). Rio de Janeiro, RJ. 20p. 2017b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. ABNT NBR 13308:2017 Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda – Método de ensaio com misídeos (Crustacea). Rio de Janeiro, RJ. 20p. 2017c.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. ABNT NBR-12648/2018 - Ecotoxicologia aquática - Toxicidade crônica - Método de ensaio com algas (Chlorophyceae). Rio de Janeiro, RJ. 27p. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. ABNT NBR 15350:2020. Ecotoxicologia aquática – Toxicidade crônica de curta duração – método de ensaio com ouriço-do-mar (Echinodermata: Echinoidea) Rio de Janeiro, RJ. 31p. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. ABNT NBR 15470:2021. Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda e crônica – Método de ensaio com *Hyalella* spp. (Amphipoda) em sedimentos. Rio de Janeiro, RJ 28p. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA – INMETRO. Orientação sobre validação de métodos analíticos. Documento de caráter orientativo. DOQ-CGCRE-008. 19p. 2011.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - USEPA. National Functional Guidelines for Organic. Superfund Methods Review. Washington, DC.: USEPA. (EPA-540-R-2017-002). Washington, DC.250p. 2017.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - USEPA. National Functional Guidelines for Inorganic. Superfund Methods Review. Washington, DC.: USEPA. (EPA-540-R-2017-001). Washington, DC.138p. 2017.

3 - CAPÍTULO 3 - DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DE AMOSTRAGEM E ANÁLISE

3.1 - Apresentação

Neste Capítulo são descritos os procedimentos de amostragem e análise dos componentes do PMQQS do rio Doce, das lagoas adjacentes e da Zona Costeira e Estuários.

No **item 3.2 - Procedimentos de amostragem** são apresentados os procedimentos de amostragem, divididos entre aqueles pertinentes ao sistema fluvial e lacustre (**item 3.2.2 - Procedimentos específicos para a amostragem nos rios e lagoas**) e os que devem ser seguidos para a zona costeira e estuários (**item 3.2.3 - Procedimentos específicos para a amostragem na zona costeira e estuarina**). Os procedimentos de análise estão detalhados no **item 3.3 - Procedimentos de análise**.

3.2 - Procedimentos de amostragem

São apresentados nesta seção os procedimentos gerais de amostragem (**item 3.2.1 - Procedimentos gerais de amostragem**), empregados nos rios e lagoas (**item 3.2.2 - Procedimentos específicos para a amostragem nos rios e lagoas**) e os que devem ser seguidos para a zona costeira e estuários (**item 3.2.3 - Procedimentos específicos para a amostragem na zona costeira e estuarina**). Os itens estão divididos em amostragens na água e no sedimento e nas demais abordagens específicas a cada ambiente, como descargas, comunidade hidrobiológica e ensaios ecotoxicológicos.

As coletas, análises das amostras e a calibração dos equipamentos serão realizadas por laboratório que possua reconhecimento de competência por meio de acreditação ou homologação (Rede Brasileira de Calibração – RBC ou Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio – RBLE), conforme disposto na Deliberação Normativa COPAM nº 216, de 27 de outubro de 2017.

Os procedimentos técnicos de amostragem e preservação das amostras de água e sedimentos estarão de acordo com as seguintes normas:

- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR-9898/1987 – Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores;
- Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: água, sedimentos, comunidades aquáticas e efluentes líquidas da Agência Nacional das Águas – ANA e CETESB (2012);
- 23rd Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water, APHA (2017);
- Prescrições da USEPA - United States Environmental Protection Agency.

Para a realização das coletas de água superficial e sedimentos, o laboratório irá contar com pessoal qualificado com formação técnica em química ou área correlata, além de acreditação nos termos da ABNT NBR-ISO/IEC 17025/2015 junto ao Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO).

São apresentadas a seguir informações sobre os procedimentos de amostragem que serão adotados. Informações adicionais podem ser encontradas nas referências indicadas acima.

3.2.1 - Procedimentos gerais de amostragem

3.2.1.1 - Garantia de qualidade de amostragem

De acordo com a ABNT 9898/1987, as práticas listadas abaixo são necessárias para a garantia da qualidade da amostragem. Maiores detalhes sobre o Programa de Garantia e Controle da Qualidade (QA/QC) são apresentadas no **Capítulo 2**.

- Emprego de pessoal de campo experiente em amostragem de água e sedimento, registro de dados e operação dos equipamentos usados em amostragem de campo;
- Discussão e concordância entre todas as partes envolvidas na elaboração do plano de amostragem;
- Seleção prévia de equipamentos e materiais adequados considerando os aspectos de cada ponto de amostragem e as melhores práticas aplicáveis;
- Calibração dos equipamentos conduzida por laboratórios da Rede Brasileira de Calibração (RBC);
- O ajuste intermediário dos equipamentos deve ser feito com uso de materiais de referência certificados;
- Avaliação da acessibilidade aos pontos de amostragem e infraestrutura disponível;
- Avaliação e implantação de adequada logística de armazenamento das amostras, transporte dos equipamentos;
- Uso de condições adequadas de limpeza, de descontaminação, de uso e de manutenção dos equipamentos e recipientes;
- A descontaminação dos equipamentos deve ser feita diariamente, por ponto amostral, antes da coleta (no hotel/residência) utilizando água isenta de contaminantes e detergentes não fosfatados para a lavagem, embalados após a secagem, objetivando evitar a contaminação oriunda de outra fonte que não a amostra;

- Antes de sair para coleta, os equipamentos (garrafa de Van dorn, draga, colher, balde, caneca e bandejas) deverão ser lavados com escova e sabão neutro e posteriormente embalados em sacos plásticos ou papel filme;
- Em campo, lavar novamente os equipamentos com água deionizada imediatamente antes da realização do branco; antes de iniciar a coleta propriamente ambientar os equipamentos com a água do próprio corpo hídrico.

Além dos requisitos acima, as seguintes medidas serão implementadas como parte do sistema de garantia de qualidade do PMQQS:

- Atendimento aos requisitos de Saúde e Segurança da Fundação Renova e da empresa responsável pela coleta;
- Observação frequente dos requisitos de Saúde e Segurança;
- Antes de sair para coleta, realizar a verificação das sondas em soluções padrão adequadas (as soluções deverão estar armazenadas em condições adequadas, não expostas a altas temperaturas e luz. Estas não devem ser reutilizadas);
- Os resultados de calibrações de medidores e qualquer manutenção realizada nos equipamentos de campo deverão ser registrados e mantidos, e as informações serão repassadas à Fundação Renova;
- Todas as notas e observações da campanha serão registradas em cadernos de campo e/ou documento equivalente;
- As fichas de campo e os rótulos das amostras serão checados ao final de cada dia de trabalho ou quando as amostras chegam ao laboratório para verificar sua completude e precisão;
- Serão registrados em campo todas as informações pertinentes, incluindo o nome do ponto de monitoramento, data, hora, assim como quaisquer outras observações pertinentes e tarefas não executadas e a razão pela qual elas não foram executadas. Da mesma forma,

serão registrados quaisquer incidentes ou condições que possam afetar a integridade ou qualidade das amostras;

- Os formulários de cadeia de custódia serão preenchidos e enviados junto com as amostras (ver Capítulo 2 - QAQC);
- As localizações dos pontos de amostragem estão identificadas pelas coordenadas apresentadas no **Quadro 1-4 e Quadro 1-5 do documento base (Capítulo 1)**.
- As atividades de campo e os pontos de amostragem serão registradas com fotos e irão compor os relatórios de monitoramento (relatórios de campo);
- Será certificado que todos os sacos, garrafas e recipientes de amostragem estejam rotulados, com data, hora, local, tipo de amostragem (simples ou composta) e ponto de amostragem. Preferencialmente, os rótulos deverão conter códigos de barras, a fim de que sejam rastreáveis;
- As baterias de todos os dispositivos serão carregadas totalmente antes dos eventos de amostragem de campo e deverão dispor de bateria ou equipamento reserva para uso imediato;
- Todas as medições de campo e amostras de água e de sedimentos serão coletadas voltando-se para montante (direção oposta ao fluxo da água) para evitar leituras imprecisas e/ou contaminação da amostra;
- As amostras de água serão coletadas antes de coletar as amostras de sedimentos;
- Será feita limpeza, manutenção, verificação e ajustes de todos os equipamentos de campo antes de cada amostragem;
- Não será permitido fumo ou consumo de alimentos ou bebidas durante a amostragem. Serão evitadas quaisquer outras fontes de contaminação das amostras;
- O profissional responsável pela coleta irá manter-se o mais limpo possível ao manusear os equipamentos e recipientes de amostragem, seguindo instruções que incluem:

- ▶ Usar um novo par de luvas nitrílicas (ou luvas de látex sem talco) em cada ponto de amostragem e trocar as luvas entre as atividades de coleta de água e de sedimentos;
- ▶ Usar sacos, garrafas e recipientes fornecidos pelo laboratório;
- ▶ Não tocar a parte interna dos recipientes, das tampas ou a boca dos mesmos.

3.2.1.2 - Lista de documentos, equipamentos e materiais

São descritos abaixo os documentos, equipamentos e materiais mínimos necessários para a amostragem de água e sedimentos. Estes poderão ser adaptados pelo Laboratório Acreditado responsável pela amostragem, desde que haja concordância prévia da CTSHQA:

- Documentos de referência:
 - ▶ Plano de saúde e segurança;
 - ▶ Fichas de informação de segurança de material (MSDS ou FISPQ) dos preservantes utilizados na amostragem;
 - ▶ Plano de Amostragem;
 - ▶ Mapa das estações de amostragem com escala adequada as condições do campo.
- Documentos e formulários de trabalho:
 - ▶ Formulário de cadeia de custódia de laboratório;
 - ▶ Caderno de campo;
 - ▶ Fichas de amostragem, para anotações das observações e resultados das medições realizadas durante a amostragem (fichas/relatórios de campo);
 - ▶ Documentação exigida pela legislação brasileira de saúde e segurança do trabalho, complementada pelas exigidas pela área de Saúde e Segurança do trabalho da Fundação Renova.

- Saúde e segurança:
 - ▶ Kit de primeiros socorros;
 - ▶ Telefone por satélite, telefone celular ou rádio;
 - ▶ Macacões até a altura do peito, quando necessário;
 - ▶ Botas de borracha;
 - ▶ Botas de segurança;
 - ▶ Equipamentos de proteção individual: capacetes, colete de alta visibilidade, óculos de segurança, colete salva-vidas, cinto de segurança, luvas nitrílicas ou de látex sem talco, calças e jaquetas impermeáveis;
 - ▶ Proteção contra raios solares como protetor solar, uniforme de manga longa, chapéus, cobertura no barco, etc;
 - ▶ Repelente para insetos diversos;
 - ▶ Água potável com temperatura adequada para consumo e em quantidade suficiente para toda a equipe envolvida na amostragem;
 - ▶ Cones de segurança.
- Coleta e preparo das amostras:
 - ▶ Barco, acessórios e equipamentos de coleta e de segurança do barco (por exemplo, âncora, cabo, motor);
 - ▶ Frascaria adequada para cada tipo de análise ou ensaio (ver **item 3.3.1.2 - Análises em laboratório**). O quantitativo de frascos a serem levados para cada campanha de amostragem deverá prever um excedente de pelo menos 20% em relação ao número de amostras a serem coletadas;
 - ▶ Caixas térmicas para armazenagem de amostras;

- ▶ Água deionizada (tipo 1) para brancos de campo e limpeza dos equipamentos;
- ▶ Sabão não fosfatado para limpeza dos equipamentos não descartáveis;
- ▶ Gelo para a conservação de amostra.
- Outros:
 - ▶ GPS;
 - ▶ Cordas e fitas para equipamentos, amarração e tracionamento;
 - ▶ Câmera digital com pilhas/baterias ou celular com câmera de boa qualidade;
 - ▶ Material para escrita;
 - ▶ Corda de nylon em comprimento adequado para uso em ancoragem e equipamentos de coleta como garrafa de amostragem e dragas.

3.2.2 - Procedimentos específicos para a amostragem nos rios e lagoas

3.2.2.1 - Amostragem de água

3.2.2.1.1 - Lista de documentos, equipamentos e materiais

- Sonda multiparamétrica calibrada, e verificada diariamente;
- Carta-controle contendo informações diárias sobre a verificação dos eletrodos anteriormente ao início das atividades de amostragem;
- Soluções de calibração e kit de manutenção da sonda multiparâmetro;
- Equipamento de filtragem manual;
- Filtros descartáveis com porosidade de 0,45 µm, para filtração em campo de amostras a serem submetidas a análises das frações dissolvidas das substâncias de interesse;

- Baldes de aço inox AISI 316L polido em quantidades e de tamanhos adequados às amostragens;
- Balde de aço inox AISI 316L polido com capacidade de 20 litros;
- Garrafa de Van Dorn de fluxo horizontal em tamanho adequado às amostragens (se for de aço inox, utilizar o AISI 316L polido);
- Garrada de Ninskin de fluxo vertical em tamanho adequado às amostragens em lagoas (se for de aço inox, utilizar o AISI 316L polido).

3.2.2.1.2 - Procedimentos técnicos

Serão seguidos os procedimentos gerais de amostragem apresentados no **item 3.2.1** - conforme aplicável. Mais especificamente, serão seguidos os seguintes critérios:

- No local de coleta, preferencialmente à sombra deverá ser feito o branco de equipamentos (apenas para a primeira amostragem do dia): 1) adicionar água ultrapura aos equipamentos de coleta simulando uma coleta de água, ou seja, deve passar por todos os equipamentos antes de ser adicionada aos frascos, inclusive passar pelo filtro com membrana para análise dos metais dissolvidos; 2) para os parâmetros *in situ*, adicionar água ultrapura no recipiente para realização das análises *in situ*; 3) adicionar água ultrapura na garrafa de *Van Dorn*, despejar o conteúdo da garrafa nos frascos; caso sejam utilizados baldes ou canecas, o conteúdo da garrafa deverá passar por estes materiais antes de adicionar nos frascos; 4) parâmetros microbiológicos e sulfetos devem ser adicionados aos frascos diretamente pela garrafa de *Van Dorn*; 5) branco de parâmetros de sedimentos: adicionar água ultrapura na draga de van Veen, despejar a água do van Veen na bandeja, e transferi-la aos frascos;

- Em cada ponto de monitoramento de rio deverá ser feita a verificação da homogeneidade da seção para definir o procedimento de coleta a ser adotado – amostragem simples ou composta (5 amostras simples igualmente espaçadas na seção transversal do canal). A determinação da homogeneidade será feita através de uma travessia na seção transversal do ponto de monitoramento, determinando continuamente os resultados do parâmetro condutividade elétrica, obtidos com uma sonda multiparamétrica submersa a 0,30 m da superfície. Caso os valores da condutividade elétrica sejam constantes ou apresentem variação inferior a 10% pode-se considerar a seção homogênea, e neste caso será seguido o procedimento descrito no **item 3.2.2.1.2.1 - Coleta de amostra simples**. Do contrário, serão seguidas as instruções para a coleta de amostras compostas no canal apresentadas no **item 3.2.2.1.2.2 - Coleta de amostra composta**. O cálculo do percentual (%) da variação da condutividade é obtido da seguinte forma: $\% \text{ variação} = (\text{condutividade maior} / \text{condutividade menor}) * 100 - 100$;
- Os dados de condutividade elétrica das seções monitoradas devem ser salvos na memória da sonda, e disponibilizados para compor uma aba específica do Banco de Dados (BD), constar no relatório mensal de QA/QC e será objeto de avaliação do GTA-PMQQS;
- No caso de pontos de amostragem localizados em lagoas e nos reservatórios, serão seguidas as instruções para amostragem apresentadas no **item 3.2.2.1.2.3 - Coleta de amostras em ambientes lênticos**.

3.2.2.1.2.1 - Coleta de amostra simples

- Antes de introduzir a sonda na água realizar a leitura do parâmetro temperatura do ar (*in situ*), posicionando a sonda à sombra, podendo ser a do próprio corpo;
- Para a leitura dos parâmetros na água, primeiramente será medida a profundidade (m), e na sequência serão realizadas as demais medições de campo através do uso das sondas em um ponto no meio da largura do curso d'água, caso seja seguro fazê-lo. Caso o acesso à parte central do curso d'água não seja seguro, será coletada amostra em um ponto que possa ser acessado com segurança o mais próximo possível ao meio da largura do curso d'água;

- As medições de campo serão obtidas no mesmo ponto de coleta da amostra superficial, a 0,30 m abaixo da superfície da água. A profundidade aproximada da medição (m) e as demais medições serão registradas no caderno de campo. A sonda permanecerá submersa durante, no mínimo, 5 minutos ou durante o tempo necessário para a estabilização dos valores dos parâmetros. As medições deverão ser salvas na memória da sonda.

O procedimento de coleta das amostras seguirá os seguintes passos:

- Voltando-se para montante, a amostra de água superficial será coletada com garrafa de fluxo horizontal, a 0,30 m de profundidade. Esta é a profundidade considerada limite entre águas superficiais e profundas, segundo ANA e CETESB (2012);
- A amostragem deve seguir a seguinte ordem: microbiológicos → amostras que não podem sofrer aeração → análises químicas (exceto metais) → metais dissolvidos → metais totais → ecotoxicológicos → comunidades biológicas;
- Para variáveis que não podem sofrer aeração (sulfeto, fenóis e DBO), a amostragem deverá ser realizada com o máximo de cuidado, a fim de evitar bolhas no momento da coleta ou fechamento do frasco. Esta amostragem pode ser realizada com o auxílio do batiscafo;
- Para amostras que não podem sofrer aeração, deve-se completar o volume do frasco, não deixando espaço vazio;
- O procedimento será repetido até que todos os frascos estejam com o volume de água necessário para os ensaios, tomando o cuidado de manter um espaço vazio no frasco para sua posterior homogeneização;
- Para os metais dissolvidos, a água do local será filtrada em campo, imediatamente após a coleta e antes de adicionar às garrafas de amostra contendo conservantes. A amostragem será realizada com bomba de vácuo (com compressor ou manual – não excedendo a pressão de 300 psi), considerando pré-condicionar a unidade filtrante a fim de prepará-la para receber a amostra. O pré-condicionamento consiste em:

- ▶ Ambientar o recipiente com água deionizada; dispor uma unidade filtrante (membrana) de 0,45 μm no aparelho filtrante;
- ▶ Passar um volume de 50 mL de água deionizada pelo filtro e eliminar;
- ▶ Em seguida, passar o mesmo volume de água bruta do próprio local de amostragem pelo filtro e eliminar, retirada da garrafa de coleta.

Após o pré-condicionamento com água deionizada e água bruta do local de coleta, eliminar qualquer resíduo de água deionizada e de água bruta armazenada para iniciar a filtração e a coleta de amostra de água, como segue:

- ▶ Encher o receptor com o volume necessário de amostra;
 - ▶ Filtrar a amostra no filtro pré-condicionado e armazená-la no frasco;
 - ▶ Caso ocorra saturação, o filtro será substituído por outro novo já pré-condicionado e o volume necessário para o ensaio será completado;
 - ▶ Na ausência de bomba de vácuo manual, uma seringa com suporte de filtração (swinnex) poderá ser utilizado como método alternativo, seguindo o mesmo procedimento de pré-condicionamento, com filtro de porosidade 0,45 μm ;
 - ▶ Visando minimizar a possibilidade de contaminação, as garrafas de amostra serão abertas imediatamente antes do seu enchimento e tampando-as imediatamente após o enchimento;
 - ▶ As garrafas com as amostras serão colocadas em caixas térmicas com gelo, preferencialmente filtrado. Não devem ser utilizadas bolsas de gelo;
 - ▶ Serão respeitados os procedimentos de preservação e os prazos de validade para todas as amostras coletadas, os quais são descritos no **item 3.3 - Procedimentos de análise**.
- Os passos acima apresentados serão repetidos quando houver a duplicata, não sendo necessária a duplicata para amostras biológicas.

3.2.2.1.2.2 - Coleta de amostra composta

Caso não haja homogeneidade da seção transversal, será realizada uma amostragem composta. A amostra composta será obtida através da combinação de cinco amostras individuais simples de 1 L (sub-amostras) de água, coletadas em pontos uniformemente espaçados ao longo da largura do rio, perpendicularmente à sua margem. As sub-amostras, que compreendem 1/5 da amostragem total para o ponto, serão coletadas a uma profundidade de 0,30 m. Cada sub-amostra preencherá os frascos, diretamente da garrafa. Os parâmetros que não podem sofrer aeração ou fracionamento serão coletados unicamente no ponto central da seção.

Dados de campo também deverão ser medidos em cada um dos 5 pontos sub-amostrados para a coleta simples e que compuseram a amostra composta. Dessa maneira, os parâmetros serão determinados através do uso das sondas multiparamétricas no mesmo ponto de coleta da amostra superficial, a 0,30 m abaixo da superfície da água. A sonda deverá permanecer submersa durante, no mínimo, 5 minutos ou durante o tempo necessário para a estabilização dos valores dos parâmetros.

O procedimento de coleta das amostras compostas é descrito abaixo:

- Será feito o planejamento da localização dos pontos de coleta das sub-amostras. Os pontos de coleta de sub-amostras serão uniformemente espaçados através da largura do canal, incluindo 2 amostras a uma distância de 1 a 2 m a partir da margem/linha de água em movimento;
- No primeiro ponto de coleta de sub-amostra, e voltando-se para montante, serão registradas as medições de campo a uma profundidade de 0,30 m abaixo da superfície da água, usando sonda multiparamétrica;
- Voltando-se para montante, será coletada uma sub-amostra de 1 L na superfície, com garrafa de fluxo horizontal e despejada no respectivo frasco de coleta;

- Para cada ponto de coleta de sub-amostra, deverão ser seguidos os passos descritos nos procedimentos técnicos para coleta de amostra simples, até que tenham sido coletadas as cinco sub-amostras;
- As sub-amostras deverão ser imediatamente transferidas para os frascos de amostras fornecidos pelo laboratório, tomando-se o cuidado para encher 1/5 de cada frasco em cada sub-amostragem. O procedimento será repetido até que todos os frascos estejam com o volume de água necessário para os ensaios, tomando o cuidado de manter um espaço vazio no frasco para sua posterior homogeneização (exceto para amostras que não podem sofrer aeração).

3.2.2.1.2.3 - Coleta de amostras em ambientes lênticos

Nos pontos localizados nas lagoas e reservatórios, a profundidade máxima do ponto determinará o número de amostras de água a serem coletadas. Para os pontos com profundidade igual ou inferior a 3 m, será coletada apenas uma amostra de água na subsuperfície (profundidade I).

Para os pontos com profundidades maiores que 3 m, serão realizadas 3 coletas:

- Profundidade I (Subsuperficial): coleta a 0,5 m abaixo da superfície;
- Profundidade II (1% da Radiação Fotossintética Ativa - RFA): determinada pela multiplicação da profundidade de transparência de Secchi por 3 (três);
- Profundidade III (Fundo): 0,5 m acima do fundo, tomando-se o cuidado para a aferição da profundidade ser feita com equipamento acústico.

Nas coletas da profundidade I e II a medida indicada deverá ser considerada a partir da boca superior da garrafa (ex. profundidade I, a boca superior da garrafa deverá estar numa profundidade de 0,5m da superfície); nas coletas da profundidade III a medida indicada deverá ser considerada a partir da boca inferior e nesse caso, a boca inferior da garrafa deverá estar numa profundidade de 0,5m do fundo.

Caso haja dificuldades de coleta, respeitando as profundidades de 0,5m da superfície e 0,5m do fundo, a mesma deverá acontecer da melhor forma possível e as condições adversas de coleta deverão ser detalhada na ficha de campo.

Os aparatos utilizados para a amostragem de água em corpos lênticos compreendem:

- Disco de Secchi para avaliação da transparência;
- Sondas multiparamétricas com cabos longos (> 30 m) para determinar os parâmetros pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, turbidez, temperatura da água e profundidade ao longo da coluna d'água (*in situ* e perfilagem);
- Amostradores de fluxo vertical, tipo garrafa de Niskin.

Para a amostragem em profundidade, os seguintes procedimentos serão seguidos:

- Após determinar a profundidade, coletar água com a garrafa no estrato de profundidade de interesse;
- Desconectar a mangueira da garrafa e desprezar a água contida na mangueira;
- Distribuir seu volume proporcionalmente nos diversos frascos destinados aos ensaios químicos, como forma de garantir a homogeneidade da amostra;
- Repetir o procedimento até que todos os frascos estejam com o volume de água necessário, tomando o cuidado de manter um espaço vazio para sua posterior homogeneização;
- No caso de amostras que não podem sofrer aeração (oxigênio dissolvido, sulfeto e fenóis), a mangueira deve ser introduzida estrangulada até o fundo do recipiente, liberando-se lentamente o regulador de fluxo da mangueira e deixando-se extravasar duas vezes ou mais, o volume do frasco, não deixando espaço vazio;

- Para os metais dissolvidos, a água do local será filtrada em campo imediatamente após a coleta e antes de adicionar às garrafas de amostra contendo conservantes. Os procedimentos de coleta seguirão conforme indicado no **item 3.2.2.1.2 - Procedimentos técnicos**.

3.2.2.2 - Amostragem de sedimentos

3.2.2.2.1 - Lista de documentos, equipamentos e materiais

- Equipamentos calibrados e verificados para as medições de pH e ORP em sedimento;
- Carta-controle contendo informações diárias sobre a verificação dos eletrodos anteriormente ao início das atividades de amostragem;
- Soluções de calibração e kit de manutenção dos equipamentos de medição de pH e ORP;
- Kit de coleta de sedimento (draga manual Van Veen ou equivalente);
- Sacos e/ou jarros de amostragem pré-rotulados;
- Colher de aço inoxidável;
- Bacia de aço inoxidável (para misturar amostras compostas de sedimento);
- Sifão (por exemplo, pedaço de tubo plástico ou frasco de compressão).

3.2.2.2.2 - Procedimentos técnicos

Serão seguidos os procedimentos gerais de amostragem apresentados nos **itens 3.2.1 - 3.2.2 - Procedimentos específicos para a amostragem nos rios e lagoas** conforme aplicável. Mais especificamente, serão seguidos os seguintes critérios:

- A coleta de sedimentos ocorrerá somente após os procedimentos de coleta para qualidade de água. Será certificado que o equipamento de coleta de água tenha sido guardado, de modo que ele não seja contaminado por sedimentos suspensos durante a amostragem;

- No caso de pontos de amostragem localizados em rios com largura inferior a 75 metros (m) e em lagoas e reservatórios, serão seguidas as instruções para amostragem composta simples apresentadas no **item 3.2.2.2.2.1 - Procedimento para coleta de amostra composta única**;
- No caso de pontos de amostragem localizados em rios com largura superior a 75 m, serão seguidas as instruções para a coleta de amostras compostas no canal apresentadas no **item 3.2.2.2.2.2 - Procedimento para coleta de amostra composta através do canal**;
- No caso de amostragem de testemunhos de sedimento de fundo, a mesma será realizada através da técnica de amostragem por gravidade “Gravity Core” ou “Kajak Core”. Maiores detalhes estão apresentados no **item 3.2.2.2.2.3 - Procedimento para coleta de amostras em testemunhos de sedimento**.

3.2.2.2.2.1 - Procedimento para coleta de amostra composta única

Será coletada uma amostra composta usando uma draga manual Van Veen em aço inox ou equipamento equivalente. Uma amostra composta irá conter os 5 cm superiores da camada de sedimentos de pelo menos três amostras individuais coletadas em um ponto, em cada local de amostragem. As amostras serão coletadas de preferência em áreas de deposição (agradiação) identificadas pela presença de sedimento siltoso e arenoso mais fino. O volume coletado para cada amostra será a quantidade de sedimento suficiente para encher todos os frascos, respeitando a capacidade em que foi acreditado segundo o INMETRO. Como procedimento geral, a água que cobre o sedimento será retirada por sifonamento ou vertendo cuidadosamente o equipamento de coleta. Os métodos de coleta de sedimento usando uma draga são descritos a seguir:

- Os equipamentos de amostragem de sedimento serão enxaguados duas vezes com água ambiente antes da amostragem para a remoção de qualquer material aderente;
- Voltando-se para montante, a draga aberta será baixada lentamente até o fundo do curso d'água, a uma velocidade de aproximadamente 0,5 m/s, até que ela atinja o fundo;

- Será certificado de que a linha esteja o mais vertical possível e então o coletor procederá com o fechamento da draga;
- A draga será puxada lentamente para a superfície;
- Quando a draga com o sedimento emergir da água, será verificado se as garras estão completamente fechadas. Caso haja alguma planta ou rocha presa nas garras que impeça o seu fechamento completo, a amostra será descartada e o processo será reiniciado. Se persistirem as dificuldades para a coleta de amostras adequadas, pode ser necessário mudar ligeiramente o local da amostragem;
- A draga deverá conter pelo menos 5 cm de sedimentos. Idealmente, a draga estará pelo menos 60% cheia e apresentará uma superfície homogênea. Se o conteúdo da draga for aceitável, será usado um pedaço de tubo de plástico para formar um sifão e remover suavemente qualquer água remanescente sobre o sedimento, procurando não perturbar a camada superior de sedimento;
- Serão medidos imediatamente pH e ORP no sedimento coletado na primeira dragada, afim de se minimizar os efeitos de oxidação da amostra após exposta ao ambiente;
- Será usada uma colher de aço inoxidável limpa para remover sedimento da superfície (5 cm superiores) de cada amostra e colocar em um recipiente de aço inoxidável limpo para criar uma amostra composta. Buscar-se-á não colher sedimento que tenha estado em contato com os lados da draga, para minimizar potencial de contaminação por metal a partir do dispositivo de amostragem;
- Os passos acima apresentados serão repetidos tantas vezes quanto for necessário para atender a amostra considerando também os ensaios ecotoxicológicos e, quando houver, a duplicata;
- Será tomado exatamente o mesmo volume de cada réplica. Para evitar a oxidação e contaminação, os volumes das réplicas a serem misturados serão mantidos até o momento da homogeneização, em saco plástico ou bandeja de aço inox, de acordo com os ensaios a serem realizados;

- A amostra de sedimento composta será misturada até que sua cor e textura fiquem homogêneas;
- Os recipientes de amostra de sedimento fornecidos pelo laboratório serão preenchidos com a amostra de sedimento composta. Os jarros ou sacos serão cheios por completo, não deixando nenhum espaço vazio;
- Todo o equipamento será lavado com água ambiente;
- Devem-se respeitar os procedimentos de preservação e os prazos de validade para todas as amostras coletadas, os quais são descritos no **item 3.3 - Procedimentos de análise**.

3.2.2.2.2 - Procedimento para coleta de amostra composta através do canal

Será criada uma amostra composta através do canal, coletando os 5 cm superiores de pelo menos três amostras simples de sedimento coletadas em três pontos de sub-amostragem, usando uma draga manual do tipo Van Veen ou equipamento equivalente em pontos onde forem observadas zonas de deposição através da largura do curso d'água, perpendicularmente à sua margem. Caso não existam zonas de deposição no canal, a coleta poderá ser realizada na margem. Será guardada uma distância mínima de 2 m das margens e massas iguais das amostras individuais irão compor uma amostra única que será analisada.

As amostras serão coletadas de preferência em áreas de deposição identificadas pela presença de sedimento siltoso e arenoso mais fino, onde aplicável. O volume de amostras deverá obedecer ao mínimo estabelecido pelo laboratório de análise. Os métodos de coleta de sedimento usando uma draga manual de Van Veen são descritos a seguir:

- Será feito o planejamento da localização dos pontos de coleta das sub-amostras, observando o espaçamento e as zonas de deposição;
- Serão seguidos os passos indicados no **item 3.2.2.2.1 - Procedimento para coleta de amostra composta única**;

- Seguindo-se para o próximo ponto para coleta de sub-amostra, as etapas acima serão repetidas até que tenham sido coletadas de três a cinco sub-amostras.

3.2.2.2.3 - Procedimento para coleta de amostras em testemunhos de sedimento

Para realização da amostragem dos testemunhos de fundo, as seguintes premissas serão adotadas, baseado em ANA & CETESB (2012) e USEPA (2001):

- Caso a profundidade da água seja inferior a 2 metros ou um mergulhador esteja disponível para realização da amostragem, a coleta dos testemunhos deve ser realizada por meio de tubos (cilindros) de aço inoxidável ou de policloreto de polivinila (PVC) com diâmetro de 70 ou 75 mm. O material do tubo deve ser resistente e inerte;
- Deve ser utilizada, preferencialmente, uma membrana plástica (Polietileno) para revestir a cavidade interna dos tubos coletores de testemunho. Esta membrana dispensa a necessidade de descontaminação do tubo a cada amostragem, preserva a integridade do testemunho em sua abertura, e ainda possibilita seu transporte, caso seja necessário. Para inserir esta membrana no tubo coletor, utiliza-se uma vara onde se tem fixada em sua extremidade uma esfera de diâmetro um pouco inferior à abertura do tubo coletor. Após inserir a membrana, a extremidade superior é fechada e a inferior é fixada pelo lado de fora do tubo, com fita adesiva resistente (tipo “fita prata”);
- Se a utilização de membrana plástica como revestimento não for possível, a limpeza do tubo deverá ocorrer antes de cada amostragem;
- Caso a profundidade da água seja superior a 2 metros e inferior a 20 metros, a coleta dos testemunhos deve ser realizada através da técnica de mergulho ou utilizando um testemunho por gravidade "Gravity Core" ou “Kajak Core”;
- Quando da coleta, o amostrador deve causar menor turbulência possível na água, evitando ondas de pressão, bem como deve ser garantido que o mesmo seja inserido verticalmente. Quando retornado à superfície, o amostrador estará totalmente fechado;
- Antes de retirar a amostra, o exterior do amostrador será cuidadosamente enxaguado com a água do próprio ponto de amostragem;

- Entre cada evento de amostragem, o equipamento de amostragem será limpo no interior e exterior, seja mergulhando e retirando o equipamento rapidamente da água ou com água coletada do local a ser amostrado;
- Os testemunhos serão fatiados em camadas de 2 em 2 cm até a profundidade de 10 cm e em camadas de 10 em 10 cm até pelo menos 1 metro. Cada camada será analisada de acordo com os parâmetros estipulados no **Quadro 1-9 do documento-base (Capítulo 1)**;
- Serão respeitados os procedimentos de preservação e os prazos de validade para todas as amostras coletadas, os quais são descritos no **item 3.3 - Procedimentos de análise**.

3.2.2.3 - Descarga líquida

A medição de vazão, também chamada de descarga líquida, será realizada utilizando-se o método acústico, conhecido como ADCP – *Acoustic Doppler Current Profiler*, naqueles pontos de monitoramento localizados nos rios, que atendem a requisitos hidráulicos específicos. As medições serão mensais e ocorrerão no mesmo dia em que forem realizadas a determinação dos parâmetros de qualidade em campo e a coleta das amostras de água.

Nas situações em que não for possível a medição pelo método acústico, será empregado o método convencional, com molinete. Altas concentrações de sólidos em suspensão são um exemplo de interferência que poderá impossibilitar a utilização do método acústico.

Para cada uma das determinações efetuadas, uma ficha de medição de descarga líquida será apresentada com as informações utilizadas para o cálculo da medição efetuada, sendo que, para os métodos acústicos, esta ficha já é fornecida automaticamente pelo próprio equipamento. Ainda nos casos das medições dos métodos acústicos, o envio dos arquivos de medição dos equipamentos se faz necessário para atendimento das diretrizes da ANA.

Como referência para os procedimentos metodológicos serão utilizados documentos da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA 2011; 2012; 2014).

3.2.2.4 - Descarga sólida

Para a determinação da descarga sólida em suspensão, será utilizada a medição indireta pela amostragem da mistura água-sedimento. Já para a determinação da distribuição granulométrica dos sólidos suspensos será utilizado o método da granulometria a laser.

O amostrador a ser utilizado para a determinação da descarga sólida em suspensão será adequado às características da seção e do escoamento do curso d'água, conforme as especificações recomendadas pela CT-SHQA, reproduzidas no **Quadro 3-1**.

Quadro 3-1 - Amostrador indicado de acordo com as características do curso d'água.

Amostrador	Diâmetro do Bico (pol.)	Volume da Garrafa/Saca (L)	Profundidade Máxima de Amostragem (m)	Velocidade Mínima para Amostragens (m/s)	Velocidade Máxima para Amostragens (m/s)	Zona Não-Amostrada (m)	Peso do Amostrador (kg)
US DH-48	1/4	0,473	2,7	0,46	2,7	0,09	1,8
US DH-59	3/16	0,473	4,6	0,46	1,5	0,11	10,0
US DH-59	1/4	0,473	2,7	0,46	1,5	0,11	10,0
US DH-76	3/16, 1/4	0,946	4,6	0,46	2,0	0,08	11,3
US DH-81	3/16	1,000	2,7	0,61	1,9	0,10	0,5
US DH-81	1/4	1,000	2,7	0,46	2,3	0,10	0,5
US DH-81	5/16	1,000	2,7	0,61	2,1	0,10	0,5
US DH-95	3/16	1,000	4,6	0,64	1,9	0,12	13,2
US DH-95	1/4	1,000	4,6	0,52	2,1	0,12	13,2
US DH-95	5/16	1,000	4,6	0,64	2,3	0,12	13,2
US DH-2	3/16	1,000	10,7	0,61	1,8	0,09	13,6
US DH-2	1/4	1,000	6,1	0,61	1,8	0,09	13,6
US DH-2	5/16	1,000	4,0	0,61	1,8	0,09	13,6
US D-74	3/16	0,473/0,946	4,6	0,46	2,0	0,10	28,1
US D-74	1/4	0,473/0,946	2,7/4,6	0,46	2,0	0,10	28,1
US D-74AL	3/16	0,473/0,946	4,6	0,46	1,8	0,10	19,1
US D-74AL	1/4	0,473/0,946	2,7/4,6	0,46	1,8	0,10	19,1

Para a amostragem da descarga sólida de sedimentos em suspensão, a integração vertical será considerada, seja no método de Igual Incremento de Largura (IIL) ou no método de Igual Incremento de Descarga (IID). O método de igual incremento de IID será utilizado nos casos em que houver um bom conhecimento da distribuição de vazões ao longo da seção

transversal do curso de água e do histórico de vazões. O método de IIL será utilizado em cursos de água estreitos, que permitem a travessia a vau (atravessa-se andando – baixas profundidades) e /ou em cursos d'água com fundo de leito arenoso, onde a distribuição de vazões ao longo da seção transversal não é homogênea. O método a ser utilizado será mantido ao que vem sendo efetuado para cada estação amostral, que foram definidos a partir da primeira campanha de amostragem, quando foram conhecidas as condições de cada curso d'água.

Os seguintes documentos serão utilizados como referência de procedimentos metodológicos para medição da descarga sólida:

- Carvalho *et al.*, 2000. Guia de Práticas Sedimentométricas da ANEEL, disponível no site da instituição (http://www2.aneel.gov.br/biblioteca/downloads/livros/Guia_prat_port.pdf);
- Carvalho, 2008. Hidrossedimentologia Prática. Ed. Interciência. Rio de Janeiro. 599 p. 2008.

3.2.2.5 - Amostragem de material particulado em suspensão (MPS)

Para a coleta de material particulado em suspensão (MPS) deverá ser coletado um volume de água necessário para a amostragem na profundidade de 0,3 m, mergulhando o recipiente diretamente no corpo hídrico, com o objetivo de gerar massa suficiente de material particulado em suspensão para análise química de todos os parâmetros.

A amostra de água bruta deverá ser coletada, preservada e enviada ao laboratório em até 24 h a partir da coleta para início do processo de análise. A amostra, ao chegar no laboratório, será filtrada com o intuito de separar o material particulado em suspensão (ou sólidos totais em suspensão), que será posteriormente seco e analisado, conforme especificado nos respectivos métodos analíticos (**item 3.3.1.2 - Análises em laboratório**).

A filtração das amostras será realizada por meio de filtros tipo cápsulas descartáveis, utilizando-se membranas com as seguintes especificações:

- Para a análise de metais: Membrana com poro de 0,45 μm e 142 mm de diâmetro - Membrana Mista de Ésteres;
- Para as demais análises (p.e. Carbono, Nitrogênio, etc.): Membrana com poro de 0,45 μm e 47 mm de diâmetro - Membrana em fibra de vidro 85/90 BF.

Um novo filtro descartável será usado a cada filtração de amostra, de modo a evitar a contaminação cruzada. Após a filtração total em que o material particulado ficou retido, o filtro é removido, rotulado e o procedimento de secagem deverá ser iniciado. Durante todo o procedimento deverá ser utilizada pinça para manuseio dos filtros, evitando o contato manual e a contaminação da amostra.

Caso haja obstrução do papel de filtro antes da conclusão da filtração total da amostra, este será substituído e o procedimento continuado em nova membrana. Neste caso, a unidade de filtração não precisa ser substituída (somente o papel filtro). Todos os papéis filtro coletados para cada amostra serão considerados na análise química como uma única amostra.

Caso necessário, pode ser realizada uma pré-filtração da amostra de água em um filtro de 1,2 μm (ou maior) para impedir a colmatação do filtro de 0,45 μm .

3.2.2.6 - Amostragem de fitoplâncton

As coletas do fitoplâncton serão feitas juntamente com a coleta das amostras para análises físico-químicas da água, conforme descrito no **item 3.2.2.1 - Amostragem de água**, tomando o cuidado de distribuir alíquotas da mesma amostragem nos diferentes frascos. Para o estudo quantitativo do fitoplâncton, amostras de 1 litro serão acondicionadas fixadas com solução de lugol neutro ou acético. Para as análises qualitativas, um volume suficiente de amostra será filtrado com passagem de rede diretamente na subsuperfície da água, utilizando uma rede com abertura de malha de 20 μm e fixadas com formol a 5% ou solução de transeau.

3.2.2.7 - Amostragem de macroinvertebrados bentônicos dulcícolas

A amostragem da comunidade de macroinvertebrados bentônicos será realizada nos mesmos pontos onde ocorre amostragem para análises físico-químicas da água. Os habitats para a coleta de amostras devem ser representativos das características físicas e ecológicas do trecho do rio a ser avaliado, sendo dependentes da largura do corpo hídrico e da variabilidade e disponibilidade de habitats.

Deverá ser utilizado um amostrador do tipo Surber (área 0,09 m²), em ambientes lóticos cuja profundidade é menor ou igual a 30 cm (ou equivalente à altura do amostrador). Para tanto deverão ser tomados os seguintes cuidados:

- Posicionar o amostrador Surber em direção contrária ao fluxo da água;
- Evitar a perturbação do ambiente no local em que o amostrador for posicionado;
- O profissional responsável pela amostragem deve se posicionar sempre atrás do amostrador;
- Revolver o sedimento da área delimitada pelo amostrador de tal forma a desalojar todos os organismos;
- Evitar a perda de material pelas laterais da rede e pela face inferior dos delimitadores;
- Concentrar no fundo da rede (ou no copo do amostrador) o conteúdo aprisionado lavando pela parte externa da rede com a água do próprio ambiente e despejar o concentrado em frasco de coleta etiquetado.

Para a coleta em ambientes lênticos ou de profundidade superior a 30 cm deverá ser utilizada uma draga do tipo Petersen (ou similar, com área de pegada mínima de 420 cm²). Para tanto, deverão ser considerados os seguintes critérios e cuidados:

- Amostras nas quais houver perda de material por transbordo ou vazamento serão descartadas;

- As dragadas devem estar preenchidas com no mínimo 3/4 de sua capacidade;
- Evitar a perturbação do substrato durante a amostragem. Caso não seja possível, o aparelho de amostragem deve ter sua descida controlada;
- É desaconselhável que a amostragem de organismos bentônicos seja realizada abaixo de pontes, uma vez que o sedimento sob as pontes pode não ser natural do curso do rio.

Para rios, as duas situações (Surber ou draga), serão retiradas 9 amostras (réplicas) em cada ponto amostral. O procedimento de coleta das comunidades bentônicas deverá ser feito de tal forma a caracterizar a seção transversal do trecho do rio (margens e leito), contemplando os diferentes tipos de habitats disponíveis.

Para lagoas, a equipe se deslocará do ponto de coleta buscando a margem mais próxima do ambiente (área de maior prevalência destes organismos) para a amostragem da fauna bentônica. Serão coletadas 3 (três) réplicas, tomando-se o cuidado de alternar o lado da amostragem e/ou deslocar ligeiramente a embarcação para se evitar lançar a draga exatamente em um ponto já coletado.

Após a coleta os organismos serão acondicionados em sacos plásticos, devidamente identificados por local, data e hora da coleta, e fixados em formalina devidamente neutralizada (com bórax ou bicabornato de sódio) entre 4 e 10%. Para posterior conservação, os organismos podem ser mantidos em formol ou transferidos para álcool 70%.

3.2.2.8 - Amostragem para ensaios ecotoxicológicos

As amostras serão coletadas usando os mesmos procedimentos descritos para coleta de água superficial (**item 3.2.2.1 - Amostragem de água**) e sedimento (**item 3.2.2.2 - Amostragem de sedimentos**), sendo este em sua integralidade ou o elutriato e de acordo com a norma NBR-15469:2015 (ABNT, 2015), sempre levando-se em conta as especificidades do ambiente (lagoas ou rios). A amostragem para este estudo ocorrerá juntamente com a coleta das amostras para análises físico-químicas.

3.2.3 - Procedimentos específicos para a amostragem na zona costeira e estuarina

3.2.3.1 - Amostragem de água

3.2.3.1.1 - Lista de documentos, equipamentos e materiais

Além dos itens indicados no **item 3.2.2.1.1 - Lista de documentos, equipamentos e materiais**, serão necessários, não limitados a estes:

- Sonda com sensor de profundidade;
- Garrafas de fluxo horizontais de Van Dorn de capacidade suficiente para uma amostragem completa (sem necessidade de compor amostra);
- Equipamento de filtragem manual;
- Filtros descartáveis com porosidade de 0,45 µm, para filtração em campo de amostras a serem submetidas a análises das frações dissolvidas das substâncias de interesse;
- Baldes de aço inox 316L polido em quantidade e tamanhos adequados às amostragens;
- Canecas de aço inox 316L polido em quantidade e tamanhos adequados às amostragens;
- CTD¹ adequado para perfilagem em águas rasas, com sensores adicionais de oxigênio dissolvido e turbidez.

¹ O CTD será utilizado apenas nos pontos marinhos. Nos estuários que for necessário realizar a perfilagem, esta será feita com a sonda multiparamétrica com o mesmo padrão adotado nos lagoas. Nos estuários em que a amostragem for feita pela equipe do monitoramento marinho, e se houver necessidade, o CTD poderá ser utilizado

3.2.3.1.2 - Procedimentos técnicos

A coleta de água na superfície deverá ocorrer a 0,15 m da lâmina d'água, no qual os dados dos parâmetros de campo serão coletados *in situ* na camada superficial, enquanto a de fundo ocorrerá a 0,50 m da profundidade máxima, evitando que o equipamento encoste no fundo, provocando a suspensão de sedimento. A profundidade máxima do ponto de amostragem é verificada em campo, com auxílio do ecobatímetro da embarcação e deverá respeitar a isóbata de 10 m.

Para estuários com estratificação inferior a $10.000 \mu\text{S.cm}^{-1}$, a coleta deverá ser realizada somente na profundidade de 0,50 m do fundo. Nestes casos não haverá necessidade de realização da perfilagem.

As medições de parâmetros de campo ocorrerão concomitantemente com as coletas de água, usando garrafas *Van Dorn* horizontais (ou semelhantes) nas mesmas profundidades. As garrafas estarão lastreadas para evitar ao máximo que derivem em função das correntes locais, provocando amostragens em profundidades equivocadas. Caso seja observada uma deriva excessiva da garrafa, verificada através do ângulo do cabo, será aumentada a quantidade de lastro utilizada.

A amostragem de água ocorrerá antes da amostragem de sedimentos, a fim de evitar que a ressuspensão de sedimentos causada pela utilização do amostrador de fundo interfira nos parâmetros de qualidade de água.

Os métodos de coleta são descritos a seguir:

- Confirmada a profundidade (m) local através do ecobatímetro da embarcação, os parâmetros de campo serão medidos usando uma sonda portátil de qualidade de água na sub-superfície (0,15 m abaixo da superfície) e no fundo (0,50 m acima do fundo). Concomitantemente à cada medição *in situ*, serão realizadas as coletas de água. As medidas de profundidade aproximadas (m) e medições de campo deverão ser registradas

no caderno de campo e/ou na ficha de campo para eventuais consultas em nível de Controle de Qualidade (QC);

- Todas as amostras de água serão coletadas voltando-se a proa do barco para a direção oposta da corrente superficial, com o motor da embarcação desligado, para evitar leituras imprecisas e/ou contaminação da amostra. A garrafa de *Van Dorn* horizontal será inserida na água e mergulhada a aproximadamente 0,15 m abaixo da superfície. Será coletada a amostra de água superficial permitindo que a garrafa se encha completamente;
- Após a garrafa de *Van Dorn* ser trazida de volta à embarcação, desconectar a mangueira da garrafa e desprezar a água contida na mangueira;
- Distribuir seu volume proporcionalmente nos diversos frascos destinados aos ensaios químicos, como forma de garantir a homogeneidade da amostra;
- As primeiras alíquotas de água da garrafa de *Van Dorn* deverão ser para as amostras microbiológicas, que devem ser retiradas direto da garrafa (sem passar pela mangueira);
- Em seguida deverão ser retiradas as amostras que não podem sofrer aeração (oxigênio dissolvido, sulfeto, compostos orgânicos voláteis e fenóis), no qual a mangueira deve ser introduzida estrangulada até o fundo do recipiente, liberando-se lentamente o regulador de fluxo da mangueira e deixando-se extravasar duas vezes ou mais, o volume do frasco, não deixando espaço vazio e sem bolhas;
- Repetir o procedimento até que todos os frascos estejam com o volume de água necessário, tomando o cuidado de manter um espaço vazio para sua posterior homogeneização;
- Para os metais dissolvidos, a água do local será filtrada em campo imediatamente após a coleta e antes de adicionar nos recipientes de amostra contendo conservantes específicos para cada parâmetro, conforme descritos no **Quadro 3-4**. A unidade filtrante passará por um pré-condicionamento antes da filtração, como forma de prepará-la para receber a amostra. O pré-condicionamento deverá seguir os mesmos passos informados no item **3.2.2.1.2.1 - Coleta de amostra simples**;

- Após o pré-condicionamento, o seguinte procedimento será seguido:
 - ▶ Posicionar o filtro no local adequado, com o cuidado necessário para não haver contaminação;
 - ▶ Preencher a unidade filtrante com água suficiente para passar pelo filtro e encher o frasco destinado à amostra;
 - ▶ Proceder com a filtragem aplicando a pressão necessária à água passar sem correr o risco de rompimento da membrana filtrante;
 - ▶ Repetir o procedimento até obter o volume necessário para o ensaio.
- Caso ocorra saturação, o filtro será substituído por outro novo e o volume necessário para o ensaio será completado;
- Visando minimizar a possibilidade de contaminação, as garrafas de amostra serão abertas somente no momento antes da coleta;
- Os frascos para análise laboratorial serão colocados em caixas térmicas ou isopores com gelo para preservação das amostras;
- Os passos anteriores serão repetidos, enchendo-se uma segunda série de garrafas de amostra de fundo;
- Serão respeitados os procedimentos de preservação e os prazos de validade para todas as amostras coletadas, os quais são descritos no **item 3.3 - Procedimentos de análise**;
- Os volumes de água necessários para análise de todos os parâmetros serão informados pelo laboratório contratado para realização das análises.

De modo a evitar contaminação cruzada durante a amostragem, os materiais de coleta devem ser lavados em campo com água destilada ou deionizada, após o término da coleta no ponto amostrado.

3.2.3.1.2.1 - Perfilagem por CTD

A perfilagem com CTD será realizada em todos os pontos de monitoramento da zona costeira. O procedimento de perfilagem deverá ser realizado depois da amostragem de água e antes da amostragem de sedimentos, a fim de evitar alterações na coluna d'água causadas pela passagem e descarte de sedimentos coletados.

Antes de ter início o cruzeiro, o CTD que será utilizado terá sua calibração verificada e, caso seja necessário, o equipamento será recalibrado. O processo de calibração dos sensores é demorado e caro, não sendo viáveis a recalibração dos mesmos frequentemente (UNESCO, 1988; NONNATO, 2004). O procedimento de calibração envolve fazer leituras dos valores do sensor CTD e valores padrão, associados em um número suficiente de intervalos para descrever qualquer não-linearidade dos sensores (MILLARD & YANG, 1993). Com isso, recomenda-se a recalibração anualmente ou quando houver suspeita de que o sensor sofreu alteração significativa em suas características. Todos os registros de verificação e calibração serão mantidos e apresentados sempre que solicitados.

Após a utilização do equipamento em cada ponto amostral, alguns cuidados devem ser tomados, conforme descrito por NONNATO (2004):

- Os sensores devem ser lavados com água doce, e caso seja observado presença de contaminação por algum tipo de óleo, os sensores deverão ser lavados com detergente não-iônico;
- Permitir que o equipamento seque totalmente antes de colocá-lo em sua embalagem. Deixar o equipamento secar naturalmente à sombra, sem utilizar nenhum tipo de papel absorvente ou pano, evitando a degradação dos sensores e criação de ambiente propício para o crescimento de fungos. Deve-se também evitar a exposição a excesso de calor no convés aonde será realizada a operação;

- Evitar que o instrumento sofra danos por choque mecânico durante o procedimento de perfilagem, transporte e estocagem;
- Verificar o estado dos conectores, sempre os mantendo em sua posição correta e o estado das baterias do equipamento;
- Quando apropriado, lubrificar os conectores dos sensores com graxa de silicone.

De maneira geral, o processo de aquisição dos dados com o CTD é simples, apesar dos cuidados básicos descritos anteriormente que devem ser seguidos para que o equipamento opere de forma adequada. Ao se iniciar o procedimento para aquisição dos dados, o equipamento será ligado e as tampas dos sensores (quando houver) serão removidas. O aparelho permanecerá na superfície da água durante o tempo mínimo de 5 minutos (ou conforme orientação do fabricante), para que seja possível a estabilização dos sensores e equilíbrio térmico (MANCA & RUSSO, 2007). Atenção deverá ser tomada para evitar choques do equipamento com a embarcação. Após a estabilização, o equipamento será trazido o mais próximo à superfície possível, para que se tenha início a perfilagem. Caso entre ar no equipamento, a bomba (quando houver) poderá ser desligada automaticamente, assim se fará necessário repetir o passo de estabilização anterior.

A descida será feita em velocidade constante inferior a 1 m/s, porém não inferior a 0,3 m/s (UNESCO, 1988), para evitar excesso de ruídos nos dados devido ao movimento da embarcação e inversões no sentido do movimento do instrumento (NONNATO, 2004). O equipamento será descido a uma distância segura e mais próxima possível do fundo, entretanto não pode haver contato do equipamento com o substrato. A frequência de aquisição será a maior possível para o equipamento utilizado, levando-se em consideração a capacidade e a memória do equipamento.

Após a aquisição dos dados do CTD, as etapas de processamento dos dados são: i) conversão dos dados brutos em valores de grandezas físicas; ii) eliminação de “spikes” (valores fisicamente incorretos) e dados discrepantes; iii) remoção dos dados alterados pela

turbulência gerada na operação; iv) compensação das características dos sensores; v) cálculo de parâmetros derivados; vi) filtro dos dados e vii) interpolação com espaçamento definido para as profundidades. Normalmente, são utilizados preferencialmente os dados de descida do equipamento, pois devido ao movimento do equipamento durante a operação, origina-se uma região de turbulência, na qual pode afetar os dados de subida (NONNATO, 2004).

3.2.3.2 - Amostragem de sedimento

3.2.3.2.1 - Lista de documentos, equipamentos e materiais

- Amostrador tipo Petersen, ou equivalente, com área amostral mínima de 0,1 m² e janela de inspeção para sub-amostragem da meiofauna;
- Guincho motorizado ou hidráulico para içamento dos amostradores;
- Espátulas e/ou colheres plásticas descontaminadas;
- Bandeja plástica;
- Peneiras ou redes para separação da fauna bentônica (meiofauna e macrofauna);
- Recipientes plásticos ou de vidro pré-rotulados;
- Água deionizada para lavagem das espátulas.

3.2.3.2.2 - Procedimentos técnicos

Os procedimentos para amostragem de sedimentos seguem as recomendações presentes nos documentos ANA (2012), NBR-9898:1987 e NBR-15469:2015 e o Anexo 3 do TR4 do ICMBio.

O lançamento do equipamento para coleta de sedimentos será feito após o término da coleta de água e após a perfilagem com CTD. Por causarem ressuspensão de sedimentos durante a coleta, as amostragens de sedimentos podem afetar a qualidade da água no local.

Poderá ser utilizado um equipamento do tipo *box-corer* para a amostragem de sedimentos, que será manuseado por um profissional experiente e o seu uso exige muita atenção para evitar acidentes. Caso mostre-se inviável a utilização de *box-corer* será utilizado, alternativamente, o amostrador de Petersen Modificado (e.g., nome comercial *Day Grab*), tendo em vista seu menor tamanho, que permite uso em embarcações menores equipadas com guincho de popa ou de bordo.

Para cada amostra de sedimento serão anotadas data e hora do momento da coleta, além de outras informações pertinentes sobre a coleta no caderno de campo ou documento similar.

A validação da amostra seguirá os procedimentos descritos a seguir:

O aceite das amostras coletadas seguirá alguns princípios básicos de amostragem de sedimentos. A amostra coletada deverá ser representativa do volume interno do amostrador, isto é, deverá representar pelo menos 60% do volume total do amostrador. Em campo deverão ser seguidas as seguintes recomendações para a validação de uma amostra:

- A superfície da amostra sofrerá mínima perturbação possível, evidenciando uma coleta eficiente e não perturbada do fundo submarino;
- Caso a amostra contenha buracos ou apresente sinais de lavagem durante a recuperação, a réplica será descartada e nova tentativa será realizada;
- O sedimento coletado terá, pelo menos, 10 cm de profundidade, a fim de evitar que a sub-amostra tenha entrado em contato com o fundo do amostrador;

- Será observado se houve arrasto dos sedimentos finos devido à lavagem da superfície dos sedimentos por vazamentos de água. Caso ocorra a perda dos sedimentos finos e/ou intensa erosão de paredes laterais a amostra deverá ser descartada e uma nova será coletada;
- Em cada ponto, serão coletadas pelo menos três amostras para sua caracterização, formando uma amostra composta ao final. Será observada a característica dos sedimentos coletados dentro do amostrador e:
 - ▶ Caso seja observada heterogeneidade dos sedimentos coletados dentro do amostrador, será usada uma colher de aço inoxidável limpa para remover sedimento da superfície (5 cm superiores) de cada amostra e colocar em um recipiente de aço inoxidável limpo para compor a amostra composta;
 - ▶ Se o sedimento coletado dentro do amostrador se apresentar totalmente homogêneo, todo seu volume poderá ser aproveitado para compor a amostra composta.
- Em seguida, as amostras de sedimento serão misturadas até que sua cor e textura fiquem perfeitamente homogêneas e então a amostra será quarteada. Os frascos serão preenchidos preferencialmente com sedimento de um dos quadrantes e a duplicata, quando houver, será preenchida preferencialmente com o sedimento do quadrante oposto. Caso necessário, todo material homogeneizado poderá ser aproveitado;
- Serão respeitados os procedimentos de preservação e os prazos de validade para todas as amostras coletadas, os quais são descritos no **item 3.3 - Procedimentos de análise**.

3.2.3.3 - Amostragem da fauna bentônica estuarina e costeira

As amostras de fauna bentônica serão obtidas seguindo-se os mesmos procedimentos descritos no item **3.2.3.2 - Amostragem de sedimento**. Após identificação prévia da amostra obtida será realizada a amostragem da macrofauna e meiofauna da seguinte forma:

- Meiofauna bentônica (organismos < 63 μm): Com a draga ainda fechada, amostras para assembléias meiofaunais serão coletadas em cada réplica amostral em uma sub-amostra com tubo de acrílico ou tubo plástico com 5 cm de diâmetro e 3 cm de profundidade. A sub-amostragem da meiofauna se dará através da janela de inspeção da draga, antes da sua abertura. Serão coletadas 3 sub-amostras de meiofauna, uma de cada réplica. As sub-amostras serão diretamente preservadas com formol a 4% e conduzidas ao laboratório, onde serão peneiradas;
- Macrofauna bentônica (organismos entre 250 μm e 1 cm): Após a sub-amostragem da meiofauna, o restante da amostra dentro do amostrador irá constituir a amostra de macrofauna bentônica. A amostra para macrofauna será peneirada a bordo em malha de 250 micras, usando água do local filtradas (evitando-se contaminação externa da amostra). Após peneiramento, as amostras retidas em cada peneira devem ser preservadas separadamente em recipientes com formol a 4% ou álcool 70% com rosa de bengala.

3.3 - Procedimentos de análise

3.3.1 - Parâmetros físicos e químicos e bacteriológicos

Neste item, são apresentados os parâmetros de qualidade determinados em campo e/ou laboratório, tanto para amostras de água (doce, salobra e marinha) quanto para amostras de sedimento. Os métodos apresentados são normalizados por referências técnicas especializadas em análises químicas. O laboratório contratado deverá comprovar que opera adequadamente os métodos normalizados propostos, fornecendo evidência de atendimento às especificações relativas aos parâmetros de desempenho especificados no método de ensaio de acordo com as matrizes para as quais o método é aplicado.

3.3.1.1 - Medições em campo

Todas as medições efetuadas durante a realização dos serviços de amostragem serão provenientes do uso de equipamentos e instrumentos de medição com comprovada calibração, que deverá ser realizada por laboratórios externos acreditados à Rede Brasileira de Calibração (RBC). Todo certificado de calibração fornecido deverá ser analisado criticamente pelo responsável pela amostragem, quanto ao atendimento dos requisitos da norma ABNT ISO/IEC 17025 e aos requisitos metrológicos especificados pelo fabricante.

Além da calibração, todos os equipamentos e instrumentos de medição deverão ser verificados com Materiais de Referência (MR) ou, quando possível, Certificados (MRC) de acordo com a ABNT NBR-ISO 17034:2017.

3.3.1.1.1 - Faixas de uso

Para os parâmetros físicos e químicos foram estabelecidos faixas de uso, que devem estar de acordo com os certificados de calibração dos equipamentos a serem utilizados. O **Quadro 3-2** apresenta as faixas de uso consideradas aptas a atender o PMQQS proposto e as respectivas metodologias. As medições em campo deverão ser realizadas, preferencialmente, por uma sonda multiparamétrica.

Quadro 3-2 - Faixas de uso para as análises em campo.

MENSURANDO	MATRIZ	MÉTODO	FAIXA DE USO
pH	Água e sedimento	SMWW 4500-H ⁺ B	0 a 14
Condutividade	Água doce	SMWW 2510 B	0 a 200.000 $\mu\text{S.cm}^{-1}$
	Água salobra/salina		
Oxigênio Dissolvido	Água	SMWW 4500-O G	0 a 15 mg.L^{-1} 0 a 100%
Potencial de oxirredução	Água e sedimento	SMWW 2580 B	-2000 a + 2000 mV
Turbidez	Água	SMWW 2130 B	0 a 4.000 NTU
Temperatura	Água	SMWW 2550 B	0 a 55°C
Salinidade	Água	SMWW 2520 D	0 a 70

Para o estabelecimento destas faixas foi realizada consulta em Manuais Técnicos ou de Operação das sondas multiparâmetros comercializadas e o conhecimento adquirido sobre as características do ambiente desde o rompimento da barragem até o momento, conforme orientações dos documentos elaborados pela Comissão de Química para atendimento aos requisitos de amostragem para a NBR-ISO/IEC 17025.

Para a medição da transparência da água será utilizado o disco de Secchi. As leituras deverão ser feitas com a embarcação ancorada e sempre no mesmo ponto. No lado sombreado da embarcação, o disco de Secchi deverá ser descido lentamente na água até o ponto de seu desaparecimento por completo. Ao retornar com o disco de Secchi pela coluna d'água, o limiar entre sua extinção e seu reaparecimento é a transparência da água que deverá ser medida. Este parâmetro só será feito nas lagoas e nos pontos de reservatórios de UHE.

As medições de profundidade deverão ser realizadas com o sensor de profundidade da sonda ou com ecobatímetro. A temperatura do ar deverá ser medida com termômetro ou com o sensor de temperatura da sonda posicionado na sombra, antes sua utilização para registro de temperatura da água.

3.3.1.2 - Análises em laboratório

A análise em laboratório deve ser realizada por laboratórios acreditados nos termos da ABNT NBR-ISO/IEC 17025:2005 junto ao Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). Caso a análise de determinado parâmetro não seja rotineira ou nenhum laboratório nacional possua acreditação, será necessário que o mesmo possua certificações que o qualifique para isso, ou esta análise deverá ser subcontratada.

O laboratório deverá manter em arquivo, por 5 (cinco) anos, os documentos pertinentes aos ensaios analíticos, tais como: cartas-controle, cromatogramas e resultados obtidos em ensaios de proficiência.

3.3.1.2.1 - Limites de quantificação

Os limites de quantificação (LQ) praticados pelos laboratórios contratados para as análises propostas no PMQQS deverão ser iguais ou inferiores aos limites previstos nas seguintes resoluções:

- Resolução COPAM 01/2008;
- Resolução CONAMA 357/2005;
- Resolução CONAMA 454/2012.

Para aqueles parâmetros que não possuem limite nas resoluções do COPAM e da CONAMA, os limites de quantificação devem ser compatíveis com os valores reportados pela literatura científica. Assim, foram consultadas outras diretrizes do Brasil, como o Padrão de Potabilidade (Anexo XX da Portaria consolidada nº 05/2017 do Ministério da Saúde), além de diretrizes internacionais como, por exemplo, do Canadá, dos Estados Unidos da América e da União Europeia.

3.3.1.2.2 - Procedimentos analíticos

A metodologia de análise para cada parâmetro está disponibilizada no **Quadro 3-3**, incluindo os ambientes de água e sedimento: doce (rios, lagoas e reservatórios), salobra (pontos lagoa Monsarás-LMN 01 e LMN 02R, RDO 16, estuários) e salina (estuários e zona costeira). Uma avaliação resumida dos procedimentos de coleta e metodologia de todos os parâmetros avaliados em laboratório pode ser acompanhada no **Quadro 3-4**.

Quadro 3-3 – Métodos de análise em laboratório.

PARÂMETRO (unidade)	AMBIENTE	MÉTODOS	PRINCÍPIO DO MÉTODO
Alcalinidade total (mg CaCO ₃ .L ⁻¹)	Água (doce, salobra, salina)	USEPA 310.1/SMWW 2320	Titulação
Ânions - cloreto total, fluoreto total, nitrito, nitrato, fosfato, sulfato (mg.L ⁻¹)	Água (doce, salobra, salina)	EPA 300:1997	Cromatografia iônica - Supressora e Detector de condutividade
Carbono orgânico total (%)	Sedimento (doce, salobra, salina)	Teixeira <i>et al.</i> , 2017	Analizador elementar
Carbono orgânico total (%)	Sedimento (doce, salobra, salina)	ABNT NBR14235	
Carbono orgânico total e dissolvido (mg.L ⁻¹)	Água (doce, salobra, salina)	SMWW 5310-C/D	Método da oxicação com persulfato na presença de calor ou luz UV ou método de oxidação-úmida
Cianeto livre (mg.L ⁻¹)	Água (doce)	ISO14403-2	Método colorimétrico - análise em fluxo segmentado
Cianeto livre (mg.L ⁻¹)	Água (doce)	SMWW 4500 CN- B, C (preparo) e F (análise)	Método eletrodo seletivo
Cloreto total (mg.L ⁻¹)	Água (doce, salobra, salina)	EPA 9056A/300.1	Cromatografia iônica - Supressora e Detector de condutividade
Cloreto total (mg.L ⁻¹)	Água (doce, salobra, salina)	SMWW 4500 Cl-	Titulometria
Clorofila-a e Feoftina (µg.L ⁻¹)	Água (doce, salobra, salina)	SMEWW - 10200H	Espectrofotometria
Condutividade elétrica (µS.cm ⁻¹)	Água (doce, salobra, salina)	SMEWW 2510B	
Cor verdadeira	Água (doce)	SMEWW 2120 C	Espectrofotometria
DBO _{5, 20} (mg O ₂ .L ⁻¹)	Água (doce)	SMEWW - 5210B	Ensaio em 5 dias - 20°C
Distribuição granulométrica (%)	Sedimento (doce, salobra, salina)	ISO 13320:2020	Difração a laser
Distribuição granulométrica (%)	Sedimento (doce, salobra, salina)	ISO 13320:2020	Difração a laser
Dureza total (mg CaCO ₃ .L ⁻¹)	Água (doce, salobra, salina)	SMEWW 2340	Titulométrico
Enterococcus	Água (salobra e salina)	SMWW 9230	Técnica da membrana filtrante- presença/ausência em 100 mL
<i>Escherichia coli</i> (NMP.100 mL ⁻¹)	Água (doce, salobra, salina)	SMEWW 9223 B	Técnica do substrato enzimático - presença/ausência em 100 mL
Especiação de As ⁺³ e As ⁺⁵ (mg.L ⁻¹)	Água doce - Pontos do Trecho 1 e em RDO 11 e RDO 12	FDA 4.11.1 (Kubachka <i>et al.</i> 2012)	Método de plasma indutivamente acoplado / espectrometria de massa (ICP/MS) acoplado a cromatografia liquida de alta performance (HPLC)
Fenóis (mg.kg ⁻¹)	Sedimento (doce)	EPA 8270D	Cromatografia gasosa
Ferro - Especiação Fe ²⁺ (mg.L ⁻¹)	Água (doce)	SMWW 3500 Fe B	
Ferro - Especiação Fe ²⁺ (mg.L ⁻¹)	Água (doce)	SMWW 3500 Fe B/EPA 6010C	
HPA-Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (mg.kg ⁻¹)	Sedimento (doce, salobra, salina)	USEPA 8082 A	
Mercurio (mg.kg ⁻¹)	Sedimento (doce, salobra, salina)	EPA7471	Absorção atômica
Mercurio (mg.L ⁻¹)	Água (doce, salobra, salina)	EPA 245.7:2005	Espectrometria de fluorescência atômica
Metais e semimetais total e dissolvido (mg.kg ⁻¹) (1)	Sedimento (doce, salobra, salina)	Preparo: EPA 3050B ou EPA 3051A e 3052, Análise: EPA 6010	Análise por ICP
Metais, semimetais e selênio (mg.L ⁻¹) (2)	Água (doce, salobra salina)**	Preparo: EPA 3005, EPA 3010, SMWW 3030 Análise: EPA 6020, SMWW 3120, 3125	Análise por ICP
Nitrato (mg.L ⁻¹)	Água (doce, salobra, salina)	SMWW - 4500NO3-	
Nitrito (mg.L ⁻¹)	Água (doce, salobra, salina)	SMWW - 4500NO2–	
Nitrogênio amoniacal total (mg.L ⁻¹)	Água (doce, salobra, salina)	SMEWW - 4500NH3	
Nitrogênio amoniacal total (mg.L ⁻¹)	Água (doce, salobra, salina)	ISO11732	Método colorimétrido - FIA
Nitrogênio Kjeldahl total (mg.kg ⁻¹)	Sedimento (doce, salobra, salina)	ISRIC - Procedures for soil analysis (2002)	
Nitrogênio Kjeldahl total (mg.L ⁻¹)	Água (doce, salobra, salina)	SMWW - 4500 Norg	
Nitrogênio orgânico (mg.L ⁻¹)	Água (doce)	SMWW - 4500 Norg	
pH (laboratório)	Água (doce, salobra, salina)	EPA 150.1	
pH (laboratório)	Sedimento (doce, salobra, salina)	SMWW 4500 H+ B	
Polifosfatos (mg.L ⁻¹)	Sedimento (doce, salobra, salina)	SMWW 4500P-C	
Potencial de oxiredução (ORP) - ensaio em laboratório	Sedimento (todos os ambientes)	SMWW 2580 B	
Sílica dissolvida (mgSiO ₂ .L ⁻¹)	Água (doce, salobra, salina)	SMWW 4500 SiO2 B/C	Espectrometria de absorção atômica ou Gravimetria
Sólidos (%)	Sedimento (doce, salobra, salina)	SMWW 2540 G	
Sólidos dissolvidos totais (mg.L ⁻¹)	Água (doce, salobra, salina)	SMWW 2540 C/E	
Sólidos sedimentáveis (mL.L ⁻¹)	Água (doce)	SMWW 2540 F	
Sólidos suspensos totais (mg.L ⁻¹)	Água (doce, salobra, salina)	SMWW 2540 D	
Sólidos totais (mg.L ⁻¹)	Água (doce)	SMWW 2540 B/E	
Sulfato (mg.L ⁻¹)	Água (doce, salobra, salina)	EPA 4500 SO42-	
Sulfeto com H ₂ S não dissociado (mg.L ⁻¹)	Água (doce, salobra, salina)	SMWW - 4500S2-D,H	Espectrofotometria
Sulfeto com H ₂ S não dissociado (mg.L ⁻¹)	Água (doce, salobra, salina)	EPA 9030B (preparo) e EPA 9034 (análise)	Método iodométrico
Sulfeto total (mg.L ⁻¹)	Água (doce)	SMWW - 4500S2	Espectrofotometria, titulação ou colorimétrico
Teor de Carbonatos (%)	Sedimentos (salobra, salina)	Tessier <i>et al.</i> , 1979	
Teor de umidade (%)	Sedimento (doce, salobra, salina)	SMWW 2540 G	
Turbidez (NTU)	Água (doce, salobra, salina)	SMWW 2130 B	Método nefolométrico

Metais, semi metais e selênio total e dissolvido (água): Alumínio, antimônio, arsênio, bário, berílio, boro, cádmio, cálcio*, chumbo, cobalto, cobre, cromo, ferro, fósforo, magnésio*, manganês, mercúrio, molibdênio, níquel, potássio**, prata, selênio, sódio*, vanádio, zinco.

Metais, semi metais e selênio avaliados no sedimento: Alumínio, antimônio, arsênio, bário, berílio, boro, cádmio, chumbo, cobalto, cobre, cromo, estrôncio, ferro, fósforo, manganês, mercúrio, molibdênio, níquel, selênio, vanádio, zinco.

(*) total: água rios e lagoas, dissolvido: todos os ambientes

(**) somente dissolvido

Quadro 3-4 – Resumo dos métodos de coleta e análise dos parâmetros avaliados em laboratório.

PARÂMETRO (unidade)	AMBIENTE	PROCEDIMENTOS DE COLETA (CETESB, 2011)				PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE	
		RECIPIENTE	QUANTIDADE	PRESERVAÇÃO	ARMAZENAMENTO	PRAZO DE VALIDADE (1)	MÉTODOS
Alcalinidade total (mg CaCO ₃ .L ⁻¹)	Água bruta (doce, salobra, salina)	P, V	250 mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração 4°C ±2°C	24h	USEPA 310.1/SMWW 2320
Ânions - cloreto total, fluoreto total, nitrito, nitrato, fosfato, sulfato (mg.L ⁻¹)	Água bruta e filtrada (doce, salobra, salina)	P	250 mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração 4°C ±2°C	Cloreto, fluoreto e sulfato-28 dias, nitrato e nitrito-48h	EPA 300:1997
Carbono orgânico total (%)	Sedimento (doce, salobra, salina)	PVA (com tampa de rosca e septo teflon)	100g	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração 4°C ±2°C	7 dias (máximo 28 dias)	TEIXEIRA <i>et al.</i> 2017.
Carbono orgânico total (%)	Sedimento (doce, salobra, salina)	PVA (com tampa de rosca e septo teflon)	100g	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração 4°C ±2°C	7 dias (máximo 28 dias)	ABNT NBR14235
Carbono orgânico total e dissolvido (mg.L ⁻¹)	Água bruta e filtrada (doce, salobra, salina)	VDBO	300 mL	H ₂ SO ₄ 1:1 até pH≤2 (água doce) e HCl 1:1 (água salobra/salgada). Resfriamento (em gelo)	Refrigeração 4°C ±2°C	7 dias	SMWW 5310-C/D
Cianeto livre (mg.L ⁻¹)	Água bruta (doce)	P, V	250 mL	NaOH 10 m até pH>12. Resfriamento (gelo). Manter ao abrigo de luz	Refrigeração 4°C ±2°C. Manter ao abrigo de luz	24h	ISO14403-2
Cianeto livre (mg.L ⁻¹)	Água bruta (doce)	P, V	250 mL	NaOH 10 m até pH>12. Resfriamento (gelo). Manter ao abrigo de luz	Refrigeração 4°C ±2°C. Manter ao abrigo de luz	24h	SMWW 4500 CN- B, C (preparo) e F (análise)
Cloreto total (mg.L ⁻¹)	Água bruta (doce, salobra, salina)	P	250 mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração 4°C ±2°C	28 dias	EPA 9056A/300.1
Cloreto total (mg.L ⁻¹)	Água bruta (doce, salobra, salina)	P	250 mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração 4°C ±2°C	28 dias	SMWW 4500 Cl ⁻
Clorofila-a e Feoftina (µg.L ⁻¹) (2)	Água filtrada (doce, salobra, salina)	VA	1L	Resfriamento (em gelo). Proteger da luz (4)	Resfrigeração entre 4°C e 10°C e manter ao abrigo da luz	48h	SMEWW - 10200H
Clorofila-a e Feoftina (µg.L ⁻¹) (3)	Água filtrada (doce, salobra, salina)	VA	1L	Resfriamento (em gelo). Proteger da luz até o momento da filtração	após filtração a membrana deve ser colocada em um envelope de papel devidamente identificado. Resfrigeração entre 4°C e 10°C	28 dias	SMEWW - 10200H
Condutividade elétrica (µS.cm ⁻¹)	Água bruta (doce, salobra, salina)	P, V	250 mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração 4°C ±2°C	28 dias	SMEWW 2510B
Cor verdadeira	Água bruta (doce)	P, V	250 mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração 4°C ±2°C	48h	SMEWW 2120 C
DBO _{5, 20} (mg O ₂ .L ⁻¹)	Água bruta (doce)	P, V	2 frascos de 1L	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração 4°C ±2°C	24h (máximo 28 dias)	SMEWW - 5210B
Distribuição granulométrica (%)	Sedimento (doce, salobra, salina)	P	700 g (aprox)	Não requerida	Temperatura ambiente. Manter ao abrigo de luz	6 meses	ISO 13320:2020
Distribuição granulométrica (%)	Sedimento (doce, salobra, salina)	P	700 g (aprox)	Não requerida	Temperatura ambiente. Manter ao abrigo de luz	6 meses	ISO 13320:2020
Dureza total (mg CaCO ₃ .L ⁻¹)	Água bruta (doce, salobra, salina)	P, V	250 mL	HNO ₃ 1:1 até pH<2. Resfriamento (em gelo)	Refrigeração 4°C ±2°C	6 meses	SMEWW 2340
<i>Enterococcus</i> (NMP.100 mL ⁻¹)	Água bruta (salobra e salina)	P, V (estéreis)	100 mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração entre 2°C e 8°C e proteger da luz. Não congelar	24h	SMWW 9230

PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTOS - PMQQS

Revisão Bi-anual do PMQQS

3474-00-QQS-RL-0001-02

PARÂMETRO (unidade)	AMBIENTE	RECIPIENTE	QUANTIDADE	PROCEDIMENTOS DE COLETA (CETESB, 2011)		PRAZO DE VALIDADE (1)	PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE MÉTODOS
				PRESERVAÇÃO	ARMAZENAMENTO		
Escherichia coli (NMP.100 mL ⁻¹)	Água bruta (doce, salobra, salina)	P, V (estéreis)	100 mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração entre 2°C e 8°C e proteger da luz. Não congelar	24h	SMEWW 9223 B
Especiação de As ⁺³ e As ⁺⁵ (mg.L ⁻¹)	Água doce - Pontos do Trecho 1 e em RDO 11 e RDO 12	P	250 mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração 4°C ±2°C	28 dias	FDA 4.11.1 (Kubachka <i>et al.</i> 2012)
Fenóis (mg.kg ⁻¹)	Sedimento (doce)	VA (boca estreita)	1L	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração 4°C ±2°C	7 dias	EPA 8270D
Ferro - Especiação Fe ²⁺ (mg.L ⁻¹)	Água bruta (doce)	VA	250 mL	2 mL HCl. Resfriamento (em gelo)	Refrigeração 4°C ±2°C	24h	SMWW 3500 Fe B
Ferro - Especiação Fe ²⁺ (mg.L ⁻¹)	Água bruta (doce)	P	250 mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração 4°C ±2°C	24h	SMWW 3500 Fe B/EPA 6010C
HPA-Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (mg.kg ⁻¹)	Sedimento (doce, salobra, salina)	V	100g (aprox)	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração 4°C ±2°C	14 dias	USEPA 8082 A
Mercúrio (mg.kg ⁻¹)	Sedimento (doce, salobra, salina)	P	250 mL	Resfriamento (em gelo), ausência de luz	Refrigeração 4°C ±2°C	28 dias	EPA7471
Mercúrio (mg.L ⁻¹)	Água bruta e filtrada (doce, salobra, salina)	P, V	250 mL	HNO ₃ 1:1 até pH<2. Resfriamento (em gelo)	Refrigeração 4°C ±2°C	28 dias	EPA 245.7:2005
Metais e semimetais total e dissolvido (mg.kg ⁻¹)	Sedimento (doce, salobra, salina)	P	250 g	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração 4°C ±2°C	6 meses	Preparo: EPA 3050 e 3052, Análise: EPA 6010
Metais, semimetais e selênio (mg.L ⁻¹)	Água bruta e filtrada (doce, salobra, salina)	P, V	250 mL	HNO ₃ 1:1 até pH<2. Resfriamento (em gelo)	Refrigeração 4°C ±2°C	Boro e mercúrio-28 dias, demais: 6 meses	Preparo: EPA 3005, EPA 3010, SMWW 3030 Análise: EPA 6020, SMWW 3120, 3125
Nitrato (mg.L ⁻¹)	Água bruta (doce, salobra, salina)	P	250 mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração 4°C ±2°C	48h	SMWW - 4500NO ₃ ⁻
Nitrito (mg.L ⁻¹)	Água bruta (doce, salobra, salina)	P	250 mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração 4°C ±2°C	48h	SMWW - 4500NO ₂ ⁻
Nitrogênio amoniacal total (mg.L ⁻¹)	Água bruta (doce, salobra, salina)	P, V	250 mL	H ₂ SO ₄ até pH<2. Resfriamento (em gelo)	Refrigeração 4°C ±2°C	7 dias	SMEWW - 4500NH ₃
Nitrogênio amoniacal total (mg.L ⁻¹)	Água bruta (doce, salobra, salina)	P, V	250 mL	H ₂ SO ₄ até pH<2. Resfriamento (em gelo)	Refrigeração 4°C ±2°C	7 dias	ISO11732
Nitrogênio Kjeldahl total (mg.kg ⁻¹)	Sedimento (doce, salobra, salina)	P, V	250 mL	H ₂ SO ₄ até pH<2. Resfriamento (em gelo)	Refrigeração 4°C ±2°C	7 dias	ISRIC - Procedures for soil analysis (2002)
Nitrogênio Kjeldahl total (mg.L ⁻¹)	Água bruta (doce, salobra, salina)	P, V	250 mL	H ₂ SO ₄ até pH<2. Resfriamento (em gelo)	Refrigeração 4°C ±2°C	7 dias	SMWW - 4500 N _{org}
Nitrogênio orgânico (mg.L ⁻¹)	Água bruta (doce)	P, V	250 mL	H ₂ SO ₄ até pH<2. Resfriamento (em gelo)	Refrigeração 4°C ±2°C	7 dias	SMWW - 4500 N _{org}
pH (laboratório)	Água bruta (doce, salobra, salina)	P, V	250 mL	Frasco de amostra deve ser cheio completamente e mantido fechado até o momento da análise	Refrigeração 4°C ±2°C	7 dias	EPA 150.1
pH (laboratório)	Sedimento (doce, salobra, salina)	P, V	250 g	Frasco de amostra deve ser cheio completamente e mantido fechado até o momento da análise	Refrigeração 4°C ±2°C	7 dias	SMWW 4500 H+ B
Polifosfatos (mg.L ⁻¹)	Sedimento (doce, salobra, salina)	P, V	250 mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração 4°C ±2°C	48h	SMWW 4500P-C
Potencial de oxiredução (ORP) - ensaio em laboratório	Sedimento (todos os ambientes)	P	250 g	-	-	-	SMWW 2580 B

PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTOS - PMQQS
Revisão Bi-anual do PMQQS
3474-00-QQS-RL-0001-02

PARÂMETRO (unidade)	AMBIENTE	RECIPIENTE	QUANTIDADE	PROCEDIMENTOS DE COLETA (CETESB, 2011)		PRAZO DE VALIDADE (1)	PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE
				PRESERVAÇÃO	ARMAZENAMENTO		MÉTODOS
Sílica dissolvida (mgSiO ₂ .L ⁻¹)	Água filtrada (doce, salobra, salina)	P	250 mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração 4°C ±2°C	28 dias	SMWW 4500 SiO ₂ B/C
Sólidos (%)	Sedimento (doce, salobra, salina)	P	250g	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração 4°C ±2°C	7 dias	SMWW 2540 G
Sólidos dissolvidos totais (mg.L ⁻¹)	Água bruta (doce, salobra, salina)	P, V	500 mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração 4°C ±2°C	7 dias	SMWW 2540 C/E
Sólidos sedimentáveis (mL.L ⁻¹)	Água bruta (doce)	P, V	1,5 L	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração 4°C ±2°C	24h	SMWW 2540 F
Sólidos suspensos totais (mg.L ⁻¹)	Água bruta (doce, salobra, salina)	P, V	500 mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração 4°C ±2°C	7 dias	SMWW 2540 D
Sólidos totais (mg.L ⁻¹)	Água bruta (doce)	P, V	500 mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração 4°C ±2°C	7 dias	SMWW 2540 B/E
Sulfato (mg.L ⁻¹)	Água bruta (doce, salobra, salina)	P	250 mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração 4°C ±2°C	28 dias	EPA 4500 SO ₄ ²⁻
Sulfeto com H ₂ S não dissociado (mg.L ⁻¹)	Água bruta (doce, salobra, salina)	V	300 mL	Refrigeração ≤6°C, NaOH/ZnOAc para pH>9 - refrigeração entre 2 e 6°C	Refrigeração 4°C ±2°C	7 dias	SMWW - 4500S ₂ -D,H
Sulfeto com H ₂ S não dissociado (mg.L ⁻¹)	Água bruta (doce, salobra, salina)	V	300 mL	Refrigeração ≤6°C, NaOH/ZnOAc para pH>9 - refrigeração entre 2 e 6°C	Refrigeração 4°C ±2°C	7 dias	EPA 9030B (preparo) e EPA 9034 (análise)
Sulfeto total (mg.L ⁻¹)	Água bruta (doce)	V	300 mL	Refrigeração ≤6°C, NaOH/ZnOAc para pH>9 - refrigeração entre 2 e 6°C	Refrigeração 4°C ±2°C	7 dias	SMWW - 4500S ₂
Teor de Carbonatos (%)	Sedimentos (salobra, salina)	P	700 g (aprox)	-	-	-	Tessier <i>et al.</i> , 1979
Teor de umidade (%)	Sedimento (doce, salobra, salina)	P	250g	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração 4°C ±2°C	7 dias	SMWW 2540 G
Turbidez (NTU)	Água bruta (doce, salobra, salina)	P, V	250 mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração 4°C ±2°C	48h	SMWW 2130 B

- (1) Contado a partir da hora de coleta
(2) Filtrado em laboratório
(3) Filtrado em campo
(4) Caso o pH da água seja inferior a 6, a amostra pode ser preservada com carbonato de magnésio 1%, caso seja considerado necessário

3.3.2 - Parâmetros biológicos

3.3.2.1 - Fitoplâncton

3.3.2.1.1 - Procedimentos laboratoriais

Em laboratório o material coletado deve ser submetido à análise quantitativa com a contagem do fitoplâncton nas amostras que foram acondicionadas em frascos escuros e preservadas em lugol neutro ou acético, utilizando-se microscópio invertido, de acordo a metodologia descrita por Utermöhl (1958). Os organismos devem ser contados sob o aumento de 400 vezes, com o auxílio de retículo de Whipple aferido com régua micrométrica calibrada, com contagem em campos aleatórios ou transectos, garantindo a precisão dos resultados. Durante a contagem deve ser estabelecido um limite de precisão de duas maneiras, através da curva de rarefação das espécies, ou seja, adicionando novas unidades de contagem (campos ou transectos) até a estabilização de ocorrência de espécies na análise, bem como pelo estabelecimento de um número mínimo de 100 indivíduos da espécie dominante contados de modo a se determinar erro padrão de até 20% na contagem, obtido por meio da Equação 1 (APHA 2017, CETESB 2005):

$$E = (2/\sqrt{N}) * 10$$

Onde:

E = Erro na contagem, em%;

N = Número unidades constatadas.

Equação 1

As identificações dos organismos fitoplanctônicos deverão ser feitas em nível específico, sempre que possível. Os sistemas de classificação adotados devem ser: Round (1971) para as classes de Chlorophyta; Round (1990) para Bacillariophyta; Komárek & Anagnostidis (1989, 1998 e 2005) para Cyanobacteria; e Round (1965) para as demais classes.

3.3.2.1.2 - Análise de dados

De posse dos dados, serão calculadas as seguintes métricas da comunidade fitoplanctônica:

- Espécies abundantes e dominantes: considerando espécies dominantes aquelas cujas densidades são maiores do que 50% da densidade total da comunidade e espécies abundantes aquelas cujas densidades superam a densidade média das populações de cada amostra, conforme Lobo & Leighton (1986);
- Frequência de Ocorrência: considerando a relação entre o número de ocorrências de uma dada espécie e o número total de amostras analisadas. As espécies constantes são aquelas onde $F > 50\%$; as comuns, $10\% < F < 50\%$; e as raras, quando $F < 10\%$ (Equação 2):

$$F = \frac{pi * 100}{P}$$

Onde:

F = frequência de ocorrência;

pi é o número de amostras contendo a espécies i;

P corresponde ao número total de amostras

Equação 2

- Índices biológicos (nível específico): devem ser calculados índices de diversidade de Shannon (bits.ind⁻¹; SHANNON & WEAVER, 1963), de equitatividade (LLOYD & GHELARDI, 1964), de dominância (SIMPSON, 1949) e de riqueza (ODUM, 1983). Dessa forma, as equações 3, 4 e 5 apresentam o cálculo para os índices de Diversidade de Shannon, Equitabilidade, e Dominância de Simpson, respectivamente. Além disso, avaliar a associação de espécies bioindicadoras: com base nas análises qualitativas e quantitativas da comunidade e com uso de literatura especializada, como Tucci (2002);

- Diversidade de Shannon (H')

Onde:

H' = índice de diversidade de Shannon-Wiener;

S é o número total de táxons;

$$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i \log_2 p_i)$$

$p_i = n_i / N$;

Equação 3

n_i corresponde ao número de indivíduos da espécie

i presente na amostra;

N representa o número total de organismos na amostra.

- Equitabilidade (J')

Onde:

J' = índice de equitabilidade de Pielou;

H' = índice de diversidade de Shannon;

S = número total de táxons presente na amostra

$$J' = H' / \log_2 S$$

Equação 4

- Dominância de Simpson (D)

Onde:

$$D = \sum \left(\frac{n_i}{N} \right)^2$$

D = Índice de dominância de Simpson;

n_i = Densidade relativa de cada táxon na unidade amostral;

N = Número total de indivíduos na amostra.

Equação 5

- Riqueza (R)

Número total de táxons encontrados em uma amostra.

3.3.2.2 - Macroinvertebrados bentônicos dulcícolas

3.3.2.2.1 - Procedimentos laboratoriais

Em laboratório as amostras de sedimento deverão ser lavadas com água corrente em rede com malha 0,25 mm, reduzindo o volume da amostra ao eliminar partículas orgânicas e inorgânicas finas. Após a lavagem o material será triado sobre bandejas de luz e em seguida identificado com o auxílio de lupa e microscópio óptico até o nível taxonômico de famílias utilizando chaves taxonômicas específicas. Organismos de interesse sanitário (p. ex. *Biomphalaria* sp. e espécies exóticas (p. ex. *Corbicula fluminea*) deverão ser preferencialmente identificados até a menor resolução taxonômica possível.

3.3.2.2.2 - Análise de dados

De posse dos dados, serão calculadas as seguintes métricas da comunidade bentônica:

- Riqueza taxonômica: número de diferentes táxons presentes nas amostras;
- Densidade de indivíduos: número de indivíduos por metro quadrado (ind.m⁻²);
- Índice de diversidade de Shannon (descrito no **item 3.3.2.1 - Fitoplâncton**);
- Índice de diversidade de Simpson (descrito no **item 3.3.2.1 - Fitoplâncton**);
- Equitabilidade de Pielou;
- Índice BMWP (*Biological Monitoring Working Party*, JUNQUEIRA & CAMPOS, 1998; JUNQUEIRA *et al.* 2000; JUNQUEIRA *et al.* 2018): para o cálculo deste item, cada táxon recebe um escore de acordo com o seu grau de tolerância a impactos. A soma dos escores fornece a pontuação final do BMWP que é categorizada em classes de qualidade de água, sendo excelente (> 81 pontos), boa (entre 80 e 61 pontos), regular (entre 60 e 41 pontos), ruim (entre 40 e 26 pontos) e péssima (< 25 pontos);
- Quando pertinente, poderão ser consideradas ainda para discussão dos resultados métricas como percentual de espécies exóticas, percentual de EPT (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera), percentuais dos grupos tróficos funcionais, entre outros disponíveis na literatura.

3.3.2.3 - Fauna bentônica estuarina e costeira

3.3.2.3.1 - Procedimentos laboratoriais

Em laboratório, o procedimento analítico deve seguir padronizações de triagem e identificação taxonômicas.

As amostras de meiofauna ($< 63 \mu\text{m}$) preservadas em formol 4% devem ser elutriadas em laboratório seguindo os métodos de extração com sílica coloidal ou Ludox (BURGESS, 2001). O material separado com os animais será colocado em placa de Petri para centrifugação manual, sendo o sobrenadante vertido em placas de Dolffus, composta de 200 quadrados de $0,25 \text{ cm}^2$ cada. Em estereomicroscópio, será realizada a contagem dos grandes grupos zoológicos e separação de Nematoda, Tardigrada e Copepoda Harpacticoidea, com auxílio de estilete. Os espécimes serão quantificados e acomodados em tubos de Eppendorf, com formol a 4%. A classificação taxonômica deverá ser baseada em referências usuais e chaves padronizadas, preferencialmente a nível taxonômico de gênero (SOMERFIELD & CLARKE, 1995; De LEY, 2006).

As amostras de macrofauna ($> 250 \mu\text{m}$ e $< 1,0 \text{ cm}$) preservadas em formol devem ser novamente lavadas em água corrente em laboratório e transferidas para álcool 70%. As amostras serão triadas por estereomicroscópio e os organismos triados e identificados ao nível de família (Filo Annelida e Filo Mollusca) e ordem (Sub-filo Crustacea e outros). Este nível de classificação é suficiente para análises estatísticas convencionais posteriores e elimina grande esforço taxonômico na identificação de espécies (SOMERFIELD & CLARKE, 1995). Diversos guias e chaves taxonômicas podem ser usadas para a identificação da macrofauna bentônica em nível de família, e muitas referências foram publicadas sob a forma de livro no Brasil ou em jornais especializados (e.g., FAUCHALD, 1977; AMARAL *et al.*, 2006).

Organismos pertencentes a grupos dominantes ou de especial interesse taxonômico poderão ser encaminhados a especialistas para uma identificação ao menor nível possível, sendo mantidos em suas coleções, ou encaminhados para coleções cadastradas no CRIA (e.g., Museu de Zoologia da USP, UNICAMP).

3.3.2.3.2 - Análise de dados

A análise dos dados de organismos da meiofauna e macrofauna bentônica deve considerar os seguintes parâmetros: i) a densidade e biomassa total de organismos (padronizada por metro quadrado m^2) e desvio padrão das réplicas num determinado sítio ou ponto amostral; ii) índices de diversidade (Simpson e Shannon H') e equitatividade de Pielou J' (e seus erros entre réplicas) (MAGURRAN, 2004); iii) a composição faunística predominante em cada área (e.g., ranque de dominância de grupos) com sua respectiva densidade. Devem ser realizadas também (iv) comparações entre pontos e períodos amostrais a partir dos dados anteriores, em 2 ou mais áreas e/ou 2 ou mais períodos de tempo; e (v) analisadas relações entre a variação de densidade de organismos com variáveis ambientais.

Os dados de densidade e biomassa total de organismos devem ser obtidos pela contagem e medição de peso úmido de organismos presentes em cada amostra, separados por nível taxonômico (i.e., Família, Ordem). A densidade de cada área amostral (área superficial do amostrador utilizado) é convertida para 1 metro quadrado e a média das réplicas de cada ponto amostral são calculadas juntamente com seu desvio padrão. Ao se estimar a biomassa, deve-se utilizar balança analítica com precisão suficiente, e o peso úmido anotado após um intervalo de tempo pré-definido (e.g. 10 segundos). Tendo em vista que os organismos estarão condicionados em álcool 70%, o peso irá diminuir constantemente pela evaporação do álcool e não é desejável que os animais ressequem no processo. As amostras de meiofauna somente deverão ser quantificadas, sem necessidade de medida de biomassa.

3.3.3 - Ensaios ecotoxicológicos

Os métodos para a realização dos ensaios de ecotoxicidade incluídos no programa de testes estão relacionados no **Quadro 3-5**, tanto para amostras de água quanto para amostras de sedimento, em ambiente dulcícola e salino/salobro.

Quadro 3-5 - Ensaios ecotoxicológicos propostos.

MATRIZ	ENSAIOS - ORGANISMO	MÉTODO
Água - ambiente dulcícola	Toxicidade crônica - Chlorophyceae (algas)	ABNT/NBR-12648:2018
	Toxicidade crônica - <i>Ceriodaphnia</i> spp (microcrustáceo)	ABNT/NBR-13373:2017
	Toxicidade aguda - <i>Daphnia</i> spp (microcrustáceo)	ABNT/NBR-12713:2016
Elutriato de sedimento - ambiente dulcícola	Toxicidade crônica - Chlorophyceae (algas)	ABNT/NBR-12648:2018
	Toxicidade crônica - <i>Ceriodaphnia</i> spp (microcrustáceo)	ABNT/NBR-13373:2017
	Toxicidade aguda - <i>Daphnia</i> spp (microcrustáceo)	ABNT/NBR-12713:2016
Sedimento integral - ambiente dulcícola	Toxicidade aguda e crônica - <i>Hyalellaspp</i> (Amphipoda)	ABNT:NBR-15470:2013
Água e elutriato de sedimento - ambiente salino	Toxicidade crônica - <i>Skeletonema costatum</i> (microalgas)	ABNT/NBR-16181
	Toxicidade crônica - <i>Echinometra lacunter</i> -organismo (ouriço do mar)	ABNT/NBR-15350:2020
	Toxicidade crônica - <i>Echinometra lacunter</i> -teste de fertilização (ouriço do mar)	MASTROTI, 2002
	Toxicidade crônica - <i>Echinometra lacunter</i> -teste com gametas (ouriço do mar)	MASTROTI, 2002
	Toxicidade aguda - Misidáceo	ABNT/NBR: 15308:2017
Sedimento integral - ambiente salino	Toxicidade aguda e crônica - <i>Nitokra</i> sp (microcrustáceo)	LOTUFO & ABESSA

Após o período de exposição, que varia de acordo com o organismo e a norma aplicada (**Quadro 3-5**) deverá ser registrada a porcentagem de efeito tóxico medido em cada uma das diluições utilizadas para exposição dos organismos, conforme respectivas referências metodológicas. Em seguida, deverá ser calculado o resultado do ensaio ecotoxicológico, o qual deve ser expresso em CE_{50} , CL_{50} , CENO e CEO, em percentuais. Deverão ainda ser calculados: a letalidade no controle (%), a imobilidade no controle (%), o coeficiente de variação no controle (%) a taxa de crescimento em biomassa e a reprodução média no controle (número de organismos), para cada teste correspondente.

Estes valores deverão ser utilizados para estimar o potencial efeito tóxico da amostra analisada. Devem ainda serem apresentados os dados brutos referentes a cada ensaio, além dos respectivos dados iniciais e finais de pH e oxigênio dissolvido.

Os organismos utilizados para os ensaios de toxicidade deverão ser do mesmo lote. Caso não seja possível devido a capacidade de cultivo do laboratório, devem ser utilizados organismos-teste do mesmo lote nas amostras de água, elutriato de sedimento e sedimento de mesmo ponto, coletados na mesma data.

3.4 - Referências bibliográficas

ANA - Agência Nacional de Águas. Orientações para Operação de Estações Hidrométricas. Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica. Brasília: ANA, SGH, 2012.

ANA - Agência Nacional de Águas. Especificações Técnicas - Plataformas de Coletas de Dados – PCDs. Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica. Brasília: ANA, SGH, 2011.

ANA - Agência Nacional de Águas. Medição de Descarga Líquida em Grandes Rios – Manual Técnico. 2. ed. Agência Nacional de Águas - ANA, Brasília/DF. 2014.

ANA, CETESB. Agência Nacional de Águas, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Guia nacional de coleta de preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Brasília, DF: ANA, São Paulo: CETESB, 326p. 2012.

AMARAL, A.C.Z., RIZZO, A.E., ARRUDA, E.P. Manual de identificação de invertebrados marinhos da região sudeste-sul do Brasil. EDUSP. 2006.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd Edition. Washington, DC, USA. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA (ABNT). NBR-12648:2011. Ecotoxicologia aquática - Toxicidade crônica - Método de ensaio com algas (Chlorophyceae). 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA (ABNT). NBR-12713:2016. Ecotoxicologia aquática - Toxicidade aguda - Método de ensaio com *Daphnia* spp (Crustacea, Cladocera). 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA (ABNT). NBR-13373:2016. Ecotoxicologia aquática - Toxicidade crônica - Método de ensaio com *Ceriodaphnia* spp (Crustacea, Cladocera). 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA (ABNT). NBR-15088:2011. Ecotoxicologia aquática - Toxicidade aguda - Método de ensaio com peixes. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA (ABNT). NBR-15469:2015. Ecotoxicologia - Coleta, preservação e preparo de amostras. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA (ABNT). NBR-9898:1987. Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA (ABNT). NBR-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA (ABNT). NBR-ISO/IEC 17034:2017. Requisitos gerais para a competência de produtores de material de referência. 2017.

BURGESS, R. An improved protocol for separating meiofauna from sediments using colloidal silica sols. Marine Ecology Progress Series, v. 214, p. 161-165, 2001.

CARVALHO, N. O. Hidrossedimentologia Prática. Editora Interciência, Rio de Janeiro; 599 p. 2008.

CARVALHO, N. D. O., FILIZOLA JÚNIOR, N. P., SANTOS, P. D., & LIMA, J. E. F. W. Guia de práticas sedimentométricas. Brasília: ANEEL. 2002.

CETESB (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Fitoplâncton de água doce: métodos qualitativo e quantitativo – Método de ensaio. São Paulo. Norma Técnica L5. 303. 23p. 2005.

DE LEY, P.A. A quick tour of nematode diversity and the backbone of nematode phylogeny. In: Workbook: The Online Review of *C. elegans* Biology. 2006.

FAUCHALD, K. The Polychaete worms: Definitions and keys to the orders, families and genera, Natural History Museum of Los Angeles County. 1977.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL (INMETRO). Orientação sobre validação de métodos de ensaios químicos. DOQ-CGCRE-008 Revisão 05. 31p. 2016.

ISO 13320:2020 - Particle size analysis — Laser diffraction methods, 2020.

JUNQUEIRA, M. V., AMARANTE, M. C., DIAS, C. F. S., & FRANÇA, E. S. Biomonitoramento da qualidade das águas da Bacia do Alto Rio das Velhas (MG/Brasil) através de macroinvertebrados. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 12, p.73-87. 2000.

JUNQUEIRA, M.V., ALVES, K.C., PAPROCKI, H., DE SOUZA CAMPOS, M., DE CARVALHO, M.D., MOTA, H.R. AND ROLLA, M.E. Índices Bióticos para avaliação de qualidade de água de rios tropicais–Síntese do conhecimento e estudo de caso: Bacia do Alto Rio Doce. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais (Online)*, v. 49, p.15-33. 2018.

JUNQUEIRA, V. M.; CAMPOS, S.C.M. 1998. Adaptation of the “BMWP” method for water quality evaluation to Rio das Velhas watershed (Minas Gerais, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia* v.10, n.2, p.125-135. 1998.

KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. Cyanoprokaryota 1. Teil Chroococcales. *In* Süßwasserflora von Mitteleuropa (H.Ettl, G.Gärtner, H.Heynig & D.Möllenbauer eds.). Stuttgart: Gustav Fischer Verlag. v.19/1. 548 p. 1998.

KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. Cyanoprokaryota 2. Teil: Oscillatoriales. *In* Süßwasserflora von Mitteleuropa (B. Büdel G. Gärtner, L. Krentitz & M. Schagerl eds.). Stuttgart: Gustav Fischer Verlag. v. 19/2. 759 p. 2005.

KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. Modern approach to the classification system of cyanophytes, 4: Nostocales. *Algological Studies* v. 56 p.247-345. 1989.

KUBACHKA, K.M., SHOCKEY, N. V., HANLEY, T.A., CONKLIN, S.D., HEITKEMPER, D.T. Arsenic Speciation in Rice and Rice Products Using High Performance Liquid Chromatography Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometric Determination, *In: Elemental Analysis Manual for Food and Related Products*. U.S. Food and Drug Administration. 2012. <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/elemental-analysis-manual-eam-food-and-related-products>

LLOYD, M.; GHELARDI, R.J. A table for calculating the equitability component of species diversity. *Journal of Animal Ecology*, v. 33, p. 217–225. 1964.

LOBO, A.E.; LEIGHTON, G. Estruturas de las fitocenosis planctônicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. *Revista de Biología Marina* v.22, p.143-170. 1986.

LOTUFO, G.R., ABESSA, D.M.S. 2002. Testes de toxicidade com sedimentos total e água intersticial estuarinos utilizando copépodos bentônicos. *In: Nascimento, I.A. Sousa, E.C.P.M., Nipper, M.G (Ed.), Métodos em Ecotoxicologia Marinha: Aplicações no Brasil*. São Paulo: Artes Gráficas e Indústria Ltda, p. 151-162.

MAGURRAN, A. Measuring species diversity. Blackwell Science, Oxford. 2004.

MANCA, B. B.; RUSSO, A. Handbook of Method Protocols: Procedures on CTD Data Collection, Calibration and Processing. 11p. 2007.

MILLARD, R. C.; YANG, K. CTD calibration and processing methods used at WHOI. Technical Report n° 93-44, p 30. 1993.

MINAS GERAIS. CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (COPAM). Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH n° 01/2008 – Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM), Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais (CERH-MG). Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Minas Gerais, 2008.

MINAS GERAIS. CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (COPAM). Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 216/2017. Dispõe sobre as exigências para laboratórios que emitem relatórios de ensaios ou certificados de calibração referentes a medições ambientais a serem analisados pelos órgãos e entidades integrantes do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SISEMA, 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA 357/2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências, 2005.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA 454/2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas, 2009.

NONNATO, L. V. CTD – Operação e pre-processamento de dados. Versão 1.1. Laboratório de Instrumentação Oceanográfica, Departamento de Oceanografia Física, Instituto de Oceanografia da Universidade de São Paulo (IOUSP). 2004. Disponível em: <<ftp://ftp.io.usp.br/lado/IOF5850/ApresCTD2005.pdf>>.

ODUM, E.G. Ecologia. Editora Guanabara, Rio de Janeiro. 434 p. 1983.

ROUND, F. E., CRAWFORD, R. M. & MANN, D. G. The diatoms: biology and morphology of the genera. Cambridge: Cambridge University Press. 1990.

ROUND, F.E. The biology of the algae. Edward Arnold, London. 1965.

ROUND, F.E. The taxonomy of the Chlorophyta II. British Phycological Journal v.6, n.2, p.235-264. 1971.

SHANNON, C.E.; WEAVER, W. The mathematical theory of communication. Urbana: Illinois University Press. 177p. 1963.

SIMPSON, E.H. Measurement of diversity. Nature p.163-688. 1949.

SOMERFIELD, P.J., CLARKE, K.R., Taxonomic levels in marine community studies, revisited. Marine Ecology Progress Series v.127, p.113-119. 1995.

SUGUIO, K. Introdução à sedimentologia. São Paulo. Ed. Edgard Blucher. EDUSP, 317 pp. 1973.

TEIXEIRA, P. C., DONAGEMMA, G. K., FONTANA, A., & TEIXEIRA, W. G. Manual de métodos de análise de solo. Revista e Ampliada. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa Solos. Rio de Janeiro, Embrapa. 573p. 2017.

TESSIER, A.; CAMPBELL, P. G. C.; BISSON, M. Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals. Analytical Chemistry, v. 51, n. 7, p. 844–851, jun. 1979.

TUCCI, A. Sucessão da comunidade fitoplânctonica de um reservatório urbano e eutrófico, São Paulo, SP, Brasil. 2002. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2002.

UNESCO. The acquisition, calibration and analysis of CTD data. A Report of SCOR Working Grupo 51. Technical Paper in Marine Science, 38, 59 p. 1988.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). Handbook for sampling and sample preservation of water and wastewater. Cincinnati, Ohio, 1982. 402 p. (EPA-600/4-82-029).

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). Methods for Collection, Storage and Manipulation of Sediments for Chemical and Toxicological Analyses: Technical Manual. EPA-823-B-01-002. United States Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington, DC, USA. 2001.

UTERMÖHL, H. Zur Vervollkommen der quantitativen Phytoplankton: methodik. Mitteilungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte. Limnologie v. n. 9, p. 1-38. 1958.

Anexo A - Anotação de Responsabilidade Técnica do Coordenador



**Serviço Público Federal
Conselho Federal de Biologia
Conselho Regional de Biologia - 4ª Região**

Situação: DEFERIDO		Data: 22/12/2020	
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART		Nº: 20201000104993	
CONTRATADO			
Nome MICHELE FERREIRA LIMA		Registro CRBio: 062141/RS	
Cpf: 057.244.676-40		Tel: 21992708554	
E-mail: MICHELE.LIMA@ECOLOGYBRASIL.COM.BR			
Endereço RUA AV. PRESIDENTE WILSON -231- SL. 1301 E 1302, 23113011302			
Cidade: RIO DE JANEIRO		Bairro: CENTRO	
CEP: 20.030-905		UF: R	
CONTRATANTE			
Nome ECOLOGY AND ENVIRONMENT DO BRASIL LTDA			
Registro		CPF/CGC/CNPJ: 01.766.605/0001-50	
Endereço AVENIDA PRESIDENTE WILSON 231, S/N			
Cidade RIO DE JANEIRO		Bairro CENTRO	
CEP: 20.030-905		UF: R	
Site:			
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
Natureza Prestação de Serviço - COORDENAÇÃO/ORIENTAR ESTUDOS/PROJETOS DE PESQUISA E/OU OUTROS SERVIÇOS			
Identificação PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO DE ÁGUA E SEDIMENTO DA FUNDAÇÃO RENOVA			
Município do Trabalho: MARIANA,	UF :MG	Município da sede: RIO DE JANEIRO, MARIANA,	UF :MG
Forma de participação: EQUIPE		Perfil da equipe: BIÓLOGOS, OCEANÓGRAFO E ENGENHEIRO AMBIENTAL - LIMNÓLOGOS.	
Área do Conhecimento: LIMNOLOGIA		Campo de Atuação: MEIO AMBIENTE E BIODIVERSIDADE	
Descrição sumária da atividade: Elaboração da Revisão do Programa de Monitoramento Quali-Quantitativo de Água e Sedimento.			
Composição da Equipe: Michele Lima - Coordenação Geral Déborah Regina de Oliveira e Silva - Elaboração e revisão/Coordenação Técnica Carolina Davila Domingues - Elaboração e revisão Jefferson Rocha da Silva - Elaboração e revisão Petrus Magnus Amaral Galvão - Elaboração e revisão Rafael Azevedo - Elaboração e revisão Vinicius de Paiva Andrade - Elaboração e revisão			
Valor: R\$ 89.866,60		Total de horas: 490	
Início 02/06/2020		Término	
ASSINATURAS			
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data: 22/12/2020, Assin:		Data: 22/12/2020, Assinatura e Carimbo do Contratante	
Solicitação de baixa por distrato		Solicitação de baixa por conclusão Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.	
Data: / / Assinatura do Profissional		Data: / / Assinatura do Profissional	
Data: / / Assinatura e Carimbo do Contratante		Data: / / Assinatura e Carimbo do Contratante	

verifique a autenticidade



Anexo B - Mapa Pontos de Monitoramento PMQQS

Anexo C - Notas Técnicas GTA-PMQQS

Nota Técnica Nº 16 do Grupo Técnico de Acompanhamento do Programa de Monitoramento Quali - Quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos do rio Doce, Zona Costeira e Estuários, instituído pelo Comitê Interfederativo – Termo de Transação e Ajustamento de Conduta.

Brasília, 22 de outubro de 2018.

Assunto: Validadores e Qualificadores aplicáveis aos dados gerados no Programa de Monitoramento Quali - Quantitativo Sistemático (PMQQS) de Água e Sedimentos do rio Doce, Zona Costeira e Estuários.

1. Introdução

Em cumprimento às cláusulas 177, 178 e 179 do Termo de Transação de Ajustamento de Conduta (TTAC), a Fundação Renova implementou e mantém em operação uma rede de monitoramento quali-quantitativo de água e sedimentos dos trechos de rios da bacia hidrográfica do rio Doce impactados pelo rompimento da barragem de Fundão, pertencente à Samarco SA, e alguns afluentes, além de estuários e zona costeira. O monitoramento realizado pela Fundação Renova é dividido em duas frentes, sendo: monitoramento convencional; e monitoramento automatizado com transmissão telemétrica dos dados.

Além do monitoramento realizado pela Fundação Renova, os estados de Minas Gerais e Espírito Santo realizam monitoramento das águas superficiais da bacia do rio Doce desde 1997 (MG) e 2004 (ES).

No monitoramento convencional são realizadas análises de parâmetros físicos, químicos e biológicos nas matrizes de água bruta e sedimento, material particulado em suspensão, granulometria de sedimentos, macroinvertebrados bentônicos, ensaios ecotoxicológicos, fitoplâncton, descarga líquida e descarga sólida.

Na Deliberação do Comitê Interfederativo (CIF) nº 77 foi instituído o Grupo Técnico de Acompanhamento do Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos (GTA-PMQQS), que por sua vez tem como finalidade consolidar e analisar os dados gerados pela Fundação Renova no âmbito do PMQQS, os quais serão utilizados pelas Câmaras Técnicas (CTs) em suas atividades específicas. O GTA entende que o objetivo principal do PMQQS, como uma rede de monitoramento, é gerar dados confiáveis que possam ser utilizados pelos diversos tipos de públicos, especialmente as Câmaras Técnicas, os comitês de bacia e universidades.

Apesar do PMQQS estar em operação desde julho de 2017, os dados dos monitoramentos convencional e automático ainda não estão disponíveis para serem utilizados em estudos ou relatórios, pois os critérios de avaliação dos dados inicialmente propostos no Anexo A do PMQQS não definem a forma de sua aplicação e as conclusões em termos de validação dos dados. Além disso, alguns critérios não se mostraram adequados para avaliação dos dados gerados em estuário e zona costeira.

Considerando que já foram definidos, nos itens 2.1 e 2.2 do Anexo A do PMQQS, procedimentos para a garantia da qualidade (QA) e controle de qualidade (QC) das amostragens e das análises laboratoriais como forma de assegurar o processo de

monitoramento, o GTA considera que os requisitos relativos a certificação dos laboratórios envolvidos e ao treinamento das equipes de coleta já são atendidos através da apresentação do escopo de acreditação dos laboratórios responsáveis pelas análises e os certificados de participação dos técnicos de campo nos treinamentos para os procedimentos de campo, salvo exceções acordadas com o CIF.

Observado o acima apresentado, esta Nota Técnica visa estabelecer procedimentos para validação e qualificação dos dados brutos obtidos pela rede de monitoramento convencional, de forma que, ao fim do processo, obtenha-se um banco com dados válidos e qualificados, aptos para sua utilização.

2. Definição de Critérios para Análise de Consistência dos Dados do PMQQS

Para a definição dos critérios aplicáveis aos diversos ambientes monitorados no PMQQS, o GTA levantou bibliografia pertinente, recorreu às equações de balanço de massa e as limitações imputadas a cada parâmetro, como por exemplo, o limite de quantificação de pH para os ambientes estudados. Desta forma, para cada critério abaixo listado, foi definido para quais parâmetros devem ser aplicados e em quais ambientes.

Os critérios foram divididos em validadores e qualificadores. O primeiro se refere a critérios que definem se o dado é válido e deve ser mantido no banco de dados, ou é inválido e, portanto, deve ser descartado. O segundo se refere a critérios que não invalidam o dado, mas identificam valores anômalos em relação à série histórica, balanço de massa, etc.

O processo de validação e qualificação consiste em, primeiramente, aplicar ao dado avaliado os critérios de validação, e após isto, caso este dado atenda aos critérios de validação, aplicar os critérios de qualificação. O fluxograma geral do processo de validação e qualificação está apresentado no **Apêndice 1**.

Os critérios aqui apresentados devem ser aplicados para água superficial e sedimentos.

2.1. Validadores

Para esta Nota Técnica, define-se como validadores os critérios a serem aplicados aos dados apresentados, sendo seu papel identificar eventuais dados inválidos e, neste caso, removê-los do banco de dados de forma a garantir a integridade deste banco.

Se o dado atender a todos os critérios de validação, esse dado será considerado válido. Caso o dado não atenda a algum validador, deve-se realizar as seguintes verificações antes de removê-lo do banco de dados:

1. Checar o laudo laboratorial para verificar novamente se não houve erro de transcrição no banco de dados. Caso houver erro, o dado deverá ser modificado;
2. Solicitar repetição da análise para aqueles casos em que o prazo da análise ainda permita. Caso o resultado da nova análise for diferente da anterior, o dado deverá ser atualizado com o novo valor.

Caso as verificações acima mudem o valor do dado, este deve passar novamente por **todos validadores**. Por outro lado, se as duas condições acima não mudarem o dado analisado, este deverá ser considerado inválido e, portanto, removido do banco de dados.

O fluxograma do processo de validação está apresentado no **Apêndice 2**.

Somente para efeito de cálculo dos critérios, nos casos em que o valor do parâmetro for menor ou igual ao limite de quantificação, o dado deverá assumir o valor do limite de quantificação. Por exemplo, um dado cujo o limite de quantificação do parâmetro seja 0,002mg/L, e o resultado analítico para a amostra foi [parâmetro] < 0,002mg/L, o dado deverá assumir o valor [parâmetro]=0,002mg/L. Isto não se aplica para o critério V4. Neste caso se o valor dos parâmetros Sólidos suspensos totais; Sólidos dissolvidos totais ou Sólidos totais estiver abaixo do limite de quantificação, o validador não é aplicável.

2.1.1. VALIDADOR 1 (V1)

O Validador 1 deve ser aplicado para todos os ambientes estudados no PMQQS, a saber: águas interiores, estuários e zona costeira; e para todos os parâmetros que sejam mensurados na sua forma total e dissolvida.

O V1 tem como objetivo conferir se o total mensurado de determinado parâmetro é maior ou igual ao mensurado na sua forma dissolvida, como ilustra a Equação 01.

$$\text{Limite de Quantificação} \leq [\text{Parâmetro (dissolvido)}] \leq 1,2 \times [\text{Parâmetro (total)}] \quad \text{Equação 01}$$

Se a Equação 01 não for atendida, os dados de concentração do parâmetro (dissolvido) e do parâmetro (total) deverão ser descartados.

2.1.2. VALIDADOR 02 (V2)

O Validador 2 é aplicável para todos os ambientes estudados no PMQQS. A diferença entre o pH mensurado em campo e em laboratório deverá ser menor que 1, em módulo, como apresenta a Equação 02.

$$|pH_{\text{campo}} - pH_{\text{laboratório}}| \leq 1 \quad \text{Equação 02}$$

Se a Equação 02 não for atendida, o $pH_{\text{laboratório}}$ deve ser descartado.

2.1.3. VALIDADOR 03 (V3)

O Validador 03 deve ser aplicado à condutividade elétrica para todos os ambientes estudados no PMQQS. Este V3 observa a convergência dos dados mensurados *in situ* e no laboratório, como ilustra a Equação 03.

$$0,85 \leq \left(\frac{\text{Condutividade Elétrica}_{\text{in situ}}}{\text{Condutividade Elétrica}_{\text{laboratório}}} \right) \leq 1,15 \quad \text{Equação 03}$$

Se a Equação 03 não for atendida, a $\text{Condutividade Elétrica}_{\text{laboratório}}$ deve ser descartada.

2.1.4. VALIDADOR 04 (V4)

O Validador 04 deve ser aplicado para sólidos totais, sólidos suspensos totais e sólidos dissolvidos totais, para todos os ambientes estudados no PMQQS. Ele observa a convergência dos dados calculados e mensurados no laboratório, como ilustra a Equação 04.

$$0,92 \leq \left(\frac{\text{Sólidos Totais}}{\text{Sólidos}_{\text{Suspensos totais}} + \text{Sólidos}_{\text{Dissolvidos totais}}} \right) \leq 1,12 \quad \text{Equação 04}$$

Se a Equação 04 não for atendida, o dado referente a Sólidos Dissolvidos Totais deve ser descartado.

2.1.5. VALIDADOR 05 (V5)

O Validador 05 deve ser aplicado em todos os ambientes para verificação se os valores mensurados de pH estão compreendidos na faixa de valores ambientalmente possíveis, como ilustra a Equação 05.

$$0 \leq pH \leq 14 \quad \text{Equação 05}$$

Se a Equação 05 não for atendida, o dado referente a pH deve ser descartado.

2.1.6. VALIDADOR 06 (V6)

O Validador 06 deve ser aplicado em todos os ambientes para verificação se os valores mensurados de Oxigênio Dissolvido estão abaixo do limite superior possível de ser encontrado em ambiente natural, tal como ilustra a Equação 06.

$$[\text{Oxigênio Dissolvido}] \leq 15 \text{ mg/L} \quad \text{Equação 06}$$

Se a Equação 06 não for atendida, o dado referente a oxigênio dissolvido deve ser descartado.

2.1.7. VALIDADOR 07 (V7)

O Validador 07 deve ser aplicado em todos os ambientes para verificação se os valores mensurados *in situ* de temperatura estão abaixo do limite superior possível de ser encontrado em ambiente natural, tal como ilustra a Equação 07.

$$\text{Temperatura da Água} \leq 35 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad \text{Equação 07}$$

Se a Equação 07 não for atendida, o dado referente a temperatura deve ser descartado. Nos casos em que os parâmetros oxigênio dissolvido, pH e condutividade elétrica, tenham sido determinados com o mesmo equipamento, estes também devem ser descartados, visto que, para a obtenção destes parâmetros em campo é utilizada a temperatura para a sua compensação.

2.1.8. VALIDADOR 08 (V8)

O Validador 08 é aplicável em ensaios de toxicidade, observando se, ao término do período do ensaio ecotoxicológico, os resultados atendem determinados requisitos. Abaixo, estão descritos os requisitos aplicáveis a cada ensaio realizado no âmbito do PMQQS de acordo com as respectivas normas técnicas. Destaca-se que este V8 deve ser aplicado para águas superficiais e sedimentos, uma vez que os organismos-teste são próprios para análise deste ambiente. Na hipótese do resultado apresentado não ser atendido pelo V8, o dado deve ser descartado.

V8a) *Ceriodaphnia dubia* (ABNT/NBR 13.373)

Os resultados são considerados válidos se, no término do período de ensaio:

- Letalidade dos organismos adultos no controle $\leq 20\%$
- Número médio de neonatos no controle $\geq 15\%$

V8b) *Pseudokirchneriella subcapitata* (ABNT/NBR 12.648)

Situação 1: Em caso de ensaio com 72h de exposição, deve-se considerar válido se:

- Biomassa algácea média final do controle $\geq 16 \times$ biomassa algácea média inicial do controle.
- Fluorescência final $\geq 30 \times$ Fluorescência inicial.
- Coeficiente de variação da biomassa algácea entre réplicas do controle for menor ou igual a 20%.

Situação 2: Em caso de ensaio de 96h de exposição, considera-se válido se:

- Biomassa algácea média final do controle $\geq 100 \times$ biomassa algácea média inicial do controle.
- Coeficiente de variação da biomassa algácea entre réplicas do controle for menor ou igual a 20%.

V8c) *Daphnia similis* (ABNT/NBR 12.713)

Os resultados são considerados válidos se ao término do período de ensaio o percentual de organismos imóveis no controle for menor ou igual a 10%.

V8d) *Danio rerio* (ABNT/NBR 15.088)

Os resultados são considerados válidos se ao término do período de ensaio o percentual de organismos mortos no controle for menor ou igual a 10%.

2.2. Qualificadores

Para esta Nota Técnica, define-se como qualificador um critério que avalia a consistência do dado a partir de equações que relacionam grupos de parâmetros, tendo em conta o balanço de massa, o balanço de cargas, a série histórica e as características do ambiente. Os critérios de qualificação não invalidam o dado, mas identificam valores anômalos.

No processo de qualificação, caso um grupo de valores de parâmetros (dados) não atenda a um critério definido pelo qualificador, devem ser feitas as seguintes verificações:

1. Checar o laudo laboratorial para verificar novamente se não houve erro de transcrição no banco de dados. Caso houver erro, o dado deve ser modificado;
2. Solicitar repetição da análise para aqueles casos em que o prazo da análise ainda permita. Caso o resultado da nova análise for diferente da anterior, o dado deve ser atualizado com o novo valor.

Caso as verificações acima acarretem modificação no valor do parâmetro (dado), este deve passar novamente por todos os Validadores e Qualificadores. Caso contrário, o dado é considerado válido e deve ser adicionado ao banco de dados, porém este deverá ser destacado e marcado com o qualificador não atendido.

O fluxograma do processo de qualificação está apresentado no **Apêndice 3**.

2.2.1. QUALIFICADOR 01 (Q1)

O Qualificador 01 compara o valor mensurado do parâmetro no PMQQS com as concentrações máxima e mínima já observadas na série histórica naquele ponto de monitoramento, tal qual ilustram as Equações 08 e 09.

$$[Parâmetro_{PMQQS}] > [Máxima Parâmetro_{Série Histórica}] \quad \text{Equação 08}$$

$$[Parâmetro_{PMQQS}] < [Mínima Parâmetro_{Série Histórica}] \quad \text{Equação 09}$$

Este qualificador é aplicado apenas quando houver série histórica para o ponto de monitoramento, observando-se a sazonalidade (por trimestre) e utilizando-se dados pretéritos a outubro de 2015. Os valores máximos e mínimos a serem observados para a aplicação deste critério serão fornecidos pelo GTA.

2.2.2. QUALIFICADOR 02 (Q2)

O Qualificador 02 tem como objetivo conferir se o total mensurado de determinado parâmetro é maior ou igual à soma do valor mensurado em suas frações, como ilustra a Equação 10.

$$1,2 \times Parâmetro \text{ (total)} \geq \sum (Parâmetro_{Fração 1} + Parâmetro_{Fração 2} + \dots) \quad \text{Equação 10}$$

O Qualificador 02 deve ser aplicado para todos os ambientes estudados no PMQQS, a saber, águas interiores, estuário e zonas costeiras, e para os sólidos (sólidos totais, sólidos dissolvidos totais e sólidos suspensos totais), a série do nitrogênio (nitrogênio total Kjeldahl, nitrito, nitrogênio orgânico e nitrogênio amoniacal total), e o ferro (ferro total, ferro²⁺ e ferro³⁺). Caso o dado analisado não siga a Equação 10, o dado deverá ser marcado com este qualificador.

2.2.3. QUALIFICADOR 03 (Q3)

O Qualificador 03 observa se o valor mensurado de pH para os ambientes estudados no PMQQS está de acordo com a escala usualmente observada na bibliografia publicada para estes mesmos ambientes. Para águas interiores (rios e lagoas) o valor mensurado de pH deve atender a Equação 11.

$$5 \leq pH_{\text{águas interiores}} \leq 10 \quad \text{Equação 11}$$

Para estuários e zona costeira o valor mensurado de pH deverá atender a Equação 12.

$$6,5 \leq pH_{\text{estuário e zona costeira}} \leq 8,5 \quad \text{Equação 12}$$

2.2.4. QUALIFICADOR 04 (Q4)

O Qualificador 04 observa se o princípio da eletroneutralidade da água está sendo respeitado, a partir da avaliação das cargas elétricas associadas aos diversos íons monitorados. Este Q4 é aplicável apenas para águas interiores.

Os cátions obrigatórios são: cálcio, magnésio e sódio em solução. Os ânions obrigatórios são: alcalinidade total, cloreto e sulfato.

Tanto os ânions quanto os cátions relatados acima são apresentados em miligramas por litro, e devem ser convertidos para miliequivalentes por litro. Na Tabela 1 são apresentados os fatores de conversão de miligramas por litro (mg/L) para miliequivalentes por litro (meq/L).

Tabela 1. Fatores de conversão de mg/L para meq/L

<i>Fator de conversão para meq/L</i>	<i>Parâmetros</i>
0,99216	Acidez
0,01998	Alcalinidade
0,11119	Alumínio
0,01639	Bicarbonato
0,01252	Brometo
0,0499	Cálcio
0,03333	Carbonato

0,02821	<i>Cloreto</i>
0,03581	<i>Ferro (II)</i>
0,05264	<i>Fluoreto</i>
0,99216	<i>íon de hidrogênio (acidez)</i>
0,05372	<i>Ferro (III)</i>
0,08229	<i>Magnésio</i>
0,0364	<i>Manganês (II)</i>
0,07139	<i>Nitrogênio amoniacal, como N</i>
0,071	<i>nitrogênio nitrato, como N</i>
0,071	<i>nitrogênio nitrito, como N</i>
0,071	<i>nitrito + nitrato, como N</i>
0,09686	<i>Fosfato ou orto fosfato, como P</i>
0,02558	<i>Potássio</i>
0,0435	<i>Sódio</i>
0,02082	<i>Sulfato</i>
0,06238	<i>Sulfeto</i>

Para calcular miliequivalentes por litro, multiplica-se a concentração do constituinte em miligramas por litro (mg/L) pelo fator listado na tabela acima. Se a concentração do constituinte for relatada em microgramas por litro (µg/L), então a concentração deve ser convertida em miligramas por litro dividindo a concentração relatada por 1000 antes de aplicar o fator de conversão da tabela acima.

O algoritmo para cálculo da diferença percentual do balanço iônico é dado pela Equação 13:

$$\text{Diferença Percentual} = \frac{\left[\sum \text{Cátions} \left(\frac{\text{meq}}{\text{l}} \right) - \sum \text{Ânions} \left(\frac{\text{meq}}{\text{l}} \right) \right]}{\left[\sum \text{Cátions} \left(\frac{\text{meq}}{\text{l}} \right) + \sum \text{Ânions} \left(\frac{\text{meq}}{\text{l}} \right) \right]} \times 100 \quad \text{Equação 13}$$

A diferença percentual calculada é comparada com um critério de aceitação definido pelo algoritmo da Equação 14:

$$\text{Critério de aceitação} = \frac{8,8}{\left[\sum \text{Cátions} \left(\frac{\text{meq}}{\text{l}} \right) + \sum \text{Ânions} \left(\frac{\text{meq}}{\text{l}} \right) \right]} + 1,54 \quad \text{Equação 14}$$

Os dados envolvidos no cálculo deste qualificador devem ser marcados quando a diferença percentual for maior que o critério de aceitação. Se o critério de aceitação for igual ou inferior a 4%, o valor padrão será de 4%.

Existem componentes adicionais que, se estiverem presentes nas análises da amostra, devem ser incluídos no balanço iônico.

Os cátions adicionais, na fração dissolvida - potássio, ferro, manganês, alumínio, lítio, zinco, bário, estrôncio, cobre, chumbo e molibdênio - se presentes nas amostras com concentrações superiores ou iguais às concentrações indicadas na Tabela 2, devem ser adicionados ao balanço iônico como cátions em miliequivalentes, e se o pH da amostra for inferior a 4.

Tabela 2. Concentrações mínimas dos constituintes para inclusão no cálculo do balanço catiónico.

<i>Concentração</i>	<i>Constituinte (mg/L)</i>
Alumínio dissolvido	0,45
Ferro dissolvido	0,93
Lítio dissolvido	0,35
Manganês dissolvido	0,69
Zinco dissolvido	1,63
Bário dissolvido	3,4
Estrôncio dissolvido	2,2
Cobre dissolvido	1,59
Chumbo dissolvido	5,18
Molibdênio dissolvido	0,8

Nas amostras onde o pH é inferior a 4, verifica-se se há determinação de acidez. Se a acidez for determinada, converte-se a concentração de íons de hidrogênio de miligramas por litro em miliequivalentes por litro usando o fator da Tabela 1. A acidez é adicionada à porção de cátions para o cálculo do balanço.

Se o pH da amostra for inferior a 4 e a acidez não foi determinada, a tabela a seguir deve ser utilizada para estimar os miliequivalentes por litro de hidrogênio associado ao pH da amostra o qual é adicionado à porção de cátions para o cálculo do balanço.

Tabela 3. Fator de conversão da $[H^+]$ para miliequivalente em função do pH

<i>Faixa de pH</i>	<i>Íon hidrogênio em miliequivalentes / litro</i>
4,25 - 3,85	0,1
3,80 - 3,60	0,2
3,55 - 3,50	0,3
3,45 - 3,40	0,4
3,35 - 3,30	0,5
3,25 - 3,20	0,6

3,15	0,7
3,1	0,8
3,05	0,9
3.0	1.0
2,95	1,1
2,9	1,3
2,85	1,4
2,8	1,6
2,75	1,8
2.70	2.0

Os ânions adicionais que, se analisados, devem ser adicionados ao balanço iônico são: nitrato e nitrito como N, brometo e fluoreto nas amostras.

Caso um constituinte utilizado no cálculo do balanço de cargas apresentar resultado inferior ao limite de quantificação, deve-se considerar o valor do limite de quantificação para o cálculo do balanço de cargas.

3. Apresentação dos Dados

Os dados gerados no âmbito do PMQQS devem ser apresentados em uma planilha eletrônica na qual é apresentado o conjunto de dados, conforme gerado atualmente pelo banco de dados. Uma aba adicional deve ser acrescentada, onde serão apresentados os resultados da aplicação dos qualificadores por data, ponto de monitoramento e parâmetro, tal qual apresentado no **Apêndice 4**.

4. Conclusão

A presente Nota Técnica apresenta o processo de Validação e Qualificação dos dados do PMQQS como forma de garantir aos usuários dos dados sua qualidade e fornecer indicações de possíveis pontos a serem investigados.

Os Validadores identificam situações não observadas na natureza, indicando erro na obtenção ou na transcrição do dado, o que justificaria sua supressão do banco de dados.

Os Qualificadores realizam cruzamentos de dados que guardam relação entre si, com o objetivo de avaliar sua consistência de forma mais ampla. Estes qualificadores não invalidam o dado; somente indicam a necessidade de uma investigação mais detalhada do contexto em que o dado foi gerado.

Ao final do processo de validação e qualificação, serão obtidos três tipos de dados: dados inválidos; dados válidos que atenderam a todos os qualificadores; e dados válidos que não atenderam a pelo menos um qualificador. Os dados que atenderam a todos os critérios de validação serão considerados válidos e poderão ser utilizados sem restrições, mesmo que não atendam aos critérios de qualificação.

O processo de validação e qualificação dos dados poderá ser atualizado, com a inclusão de novos critérios, à medida que se mostre necessário para garantir a qualidade do dado a ser divulgado.

A Fundação Renova deverá apresentar trimestralmente uma planilha com os dados válidos e qualificados ao GTA-PMQQS, conforme modelo no apêndice 4. Não deverão ser apresentadas justificativas pelos dados não terem atendido aos critérios de validação ou qualificação.

Reiteramos que o GTA considera que os requisitos relativos a certificação dos laboratórios envolvidos e ao treinamento das equipes de coleta são pré-requisitos já contemplados no QA/QC apresentado no PMQQS.

5. Referências

STRICKLAND, J.; PARSONS, T.. A practical handbook of sea water analysis. Fisheries Research Board of Canada. Ottawa. CA. 1972. 311 p.

PETROBRAS. Relatório final do projeto de caracterização ambiental regional da Bacia do Espírito Santo (PCR-ES). V1, Revisão 00, nov 2015.

GRASSHOFF, K., EHRHARDT, M., KREMLING, K. Methods of Seawater analysis. 3rd Ed. Weinheim Wiley-VCH. 1999.

APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater, 22nd ed. American Public Health Association, Washington, DC, 2005.

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2001. ABNT NBR 13373:2017. Ecotoxicologia aquática - Toxicidade crônica – Método de ensaio com *Ceriodaphnia ssp* (Crustacea, Cladocera). ABNT, Brasil.

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2001. ABNT NBR 12648:2018. Ecotoxicologia aquática - Toxicidade crônica – Método de ensaio com algas (*Chlophyceae*). ABNT, Brasil.

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2001. ABNT NBR 12713:2016. Ecotoxicologia aquática - Toxicidade aguda – Método de ensaio com *Daphnia ssp* (Crustacea, Cladocera). ABNT, Brasil.

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2001. ABNT NBR 15088:2016. Ecotoxicologia aquática - Toxicidade aguda – Método de ensaio com peixes (*Cyprinidae*). ABNT, Brasil.

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2001. ABNT ISO/IEC 17025:2001. Requisitos gerais para a competência de laboratório de ensaios de calibração. ABNT, Brasil.

USGS. Quality assurance/quality control manual. National Water Quality Laboratory. J. W. Pritt & J.W. Raese, editores. Denver, Colorado, 1995.

USGS. Quality assurance practices for the chemical and biological analyses of water and fluvial sediments. (Techniques of water-resources investigations os the United States Geological Survey. Book 5, Laboratory analysis; Chapter A6). L. C. Friedman & D. E. Erdmann. Denver, Colorado, 1982.

Equipe Técnica responsável pela elaboração da Nota Técnica:

- Ana Paula Fernandez (Analista Ambiental – IBAMA)
- Ana Paula Montenegro Generino (Especialista em Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas – ANA)
- Emilia Brito (Agente de Desenvolvimento Ambiental e Recursos Hídricos - IEMA)
- Felipe Santos Hastenreiter (Agente de Desenvolvimento Ambiental e Recursos Hídricos – IEMA)
- Gilberto Arpini Sipioni (Tecnólogo em Saneamento Ambiental – IEMA)
- Thatiana Cappi da Costa (Agente de Desenvolvimento Ambiental e Recursos Hídricos – IEMA)
- Maurrem Ramon Vieira (Especialista em Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas – ANA)
- Vanessa Kelly Saraiva (Analista Ambiental - IGAM)

Nota Técnica aprovada em 22/10/2018

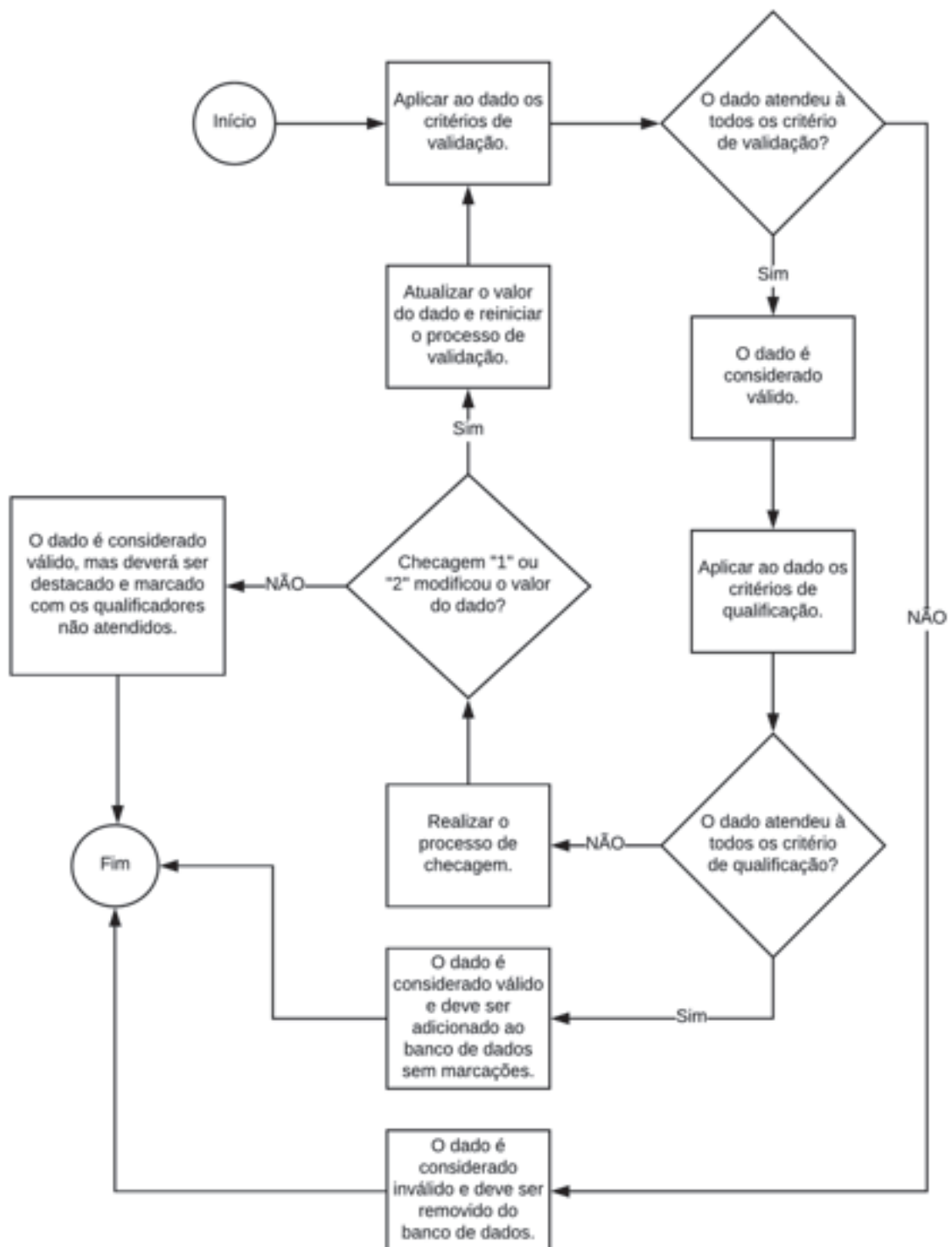
MAURREM

RAMON VIEIRA

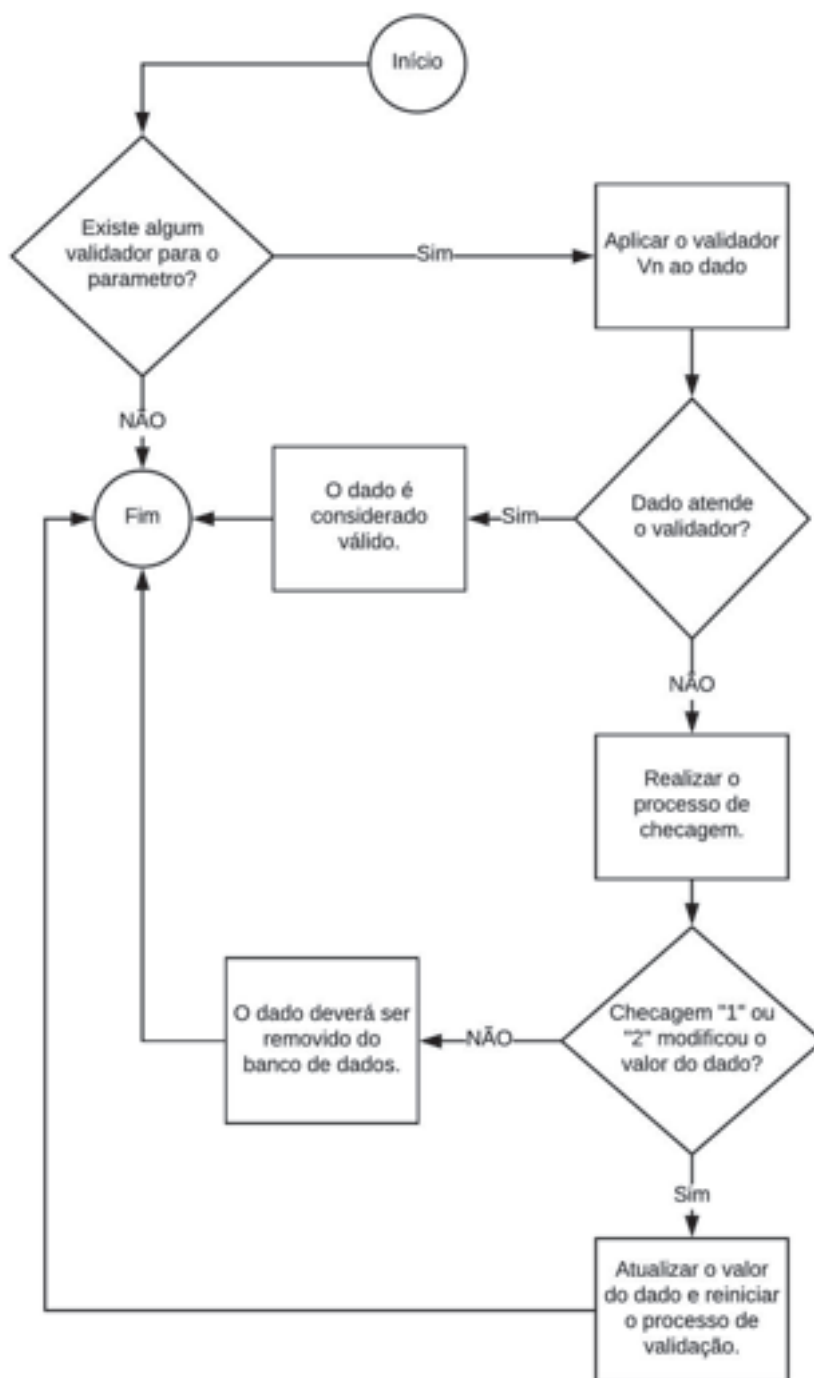
Assinado de forma digital por MAURREM
RAMON VIEIRA
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=Pessoa Física A3,
ou=ARSERPRO, ou=Autoridade Certificadora
SERPROACF, cn=MAURREM RAMON VIEIRA
Dados: 2018.10.22 08:41:43 -03'00'

Maurrem Ramon Vieira
Coordenação do GTA PMQQS

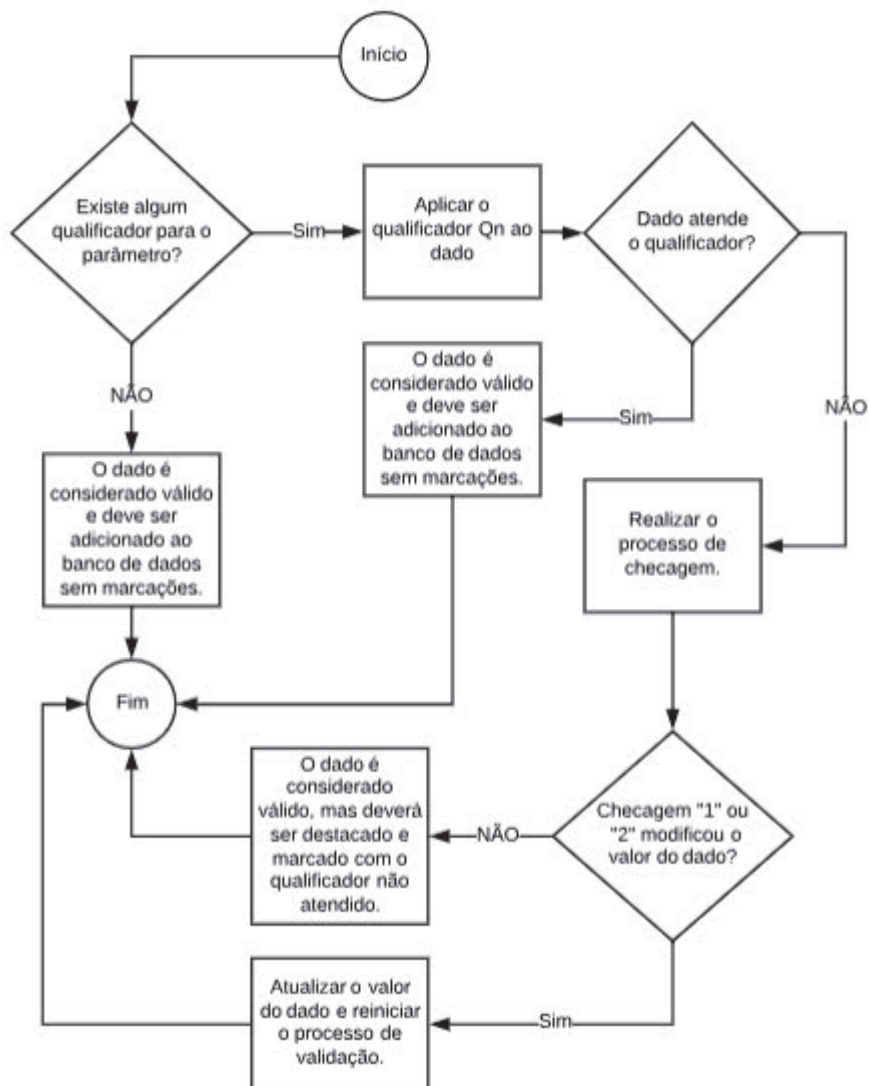
Apêndice 1 – Fluxograma geral do processo de Validação e Qualificação dos dados



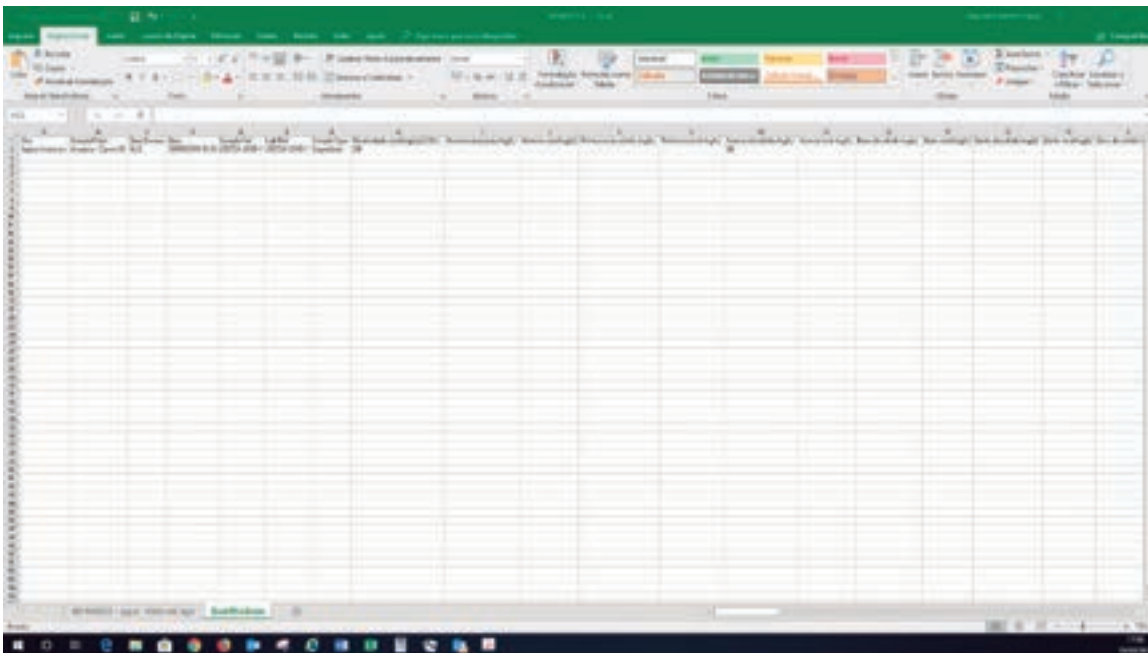
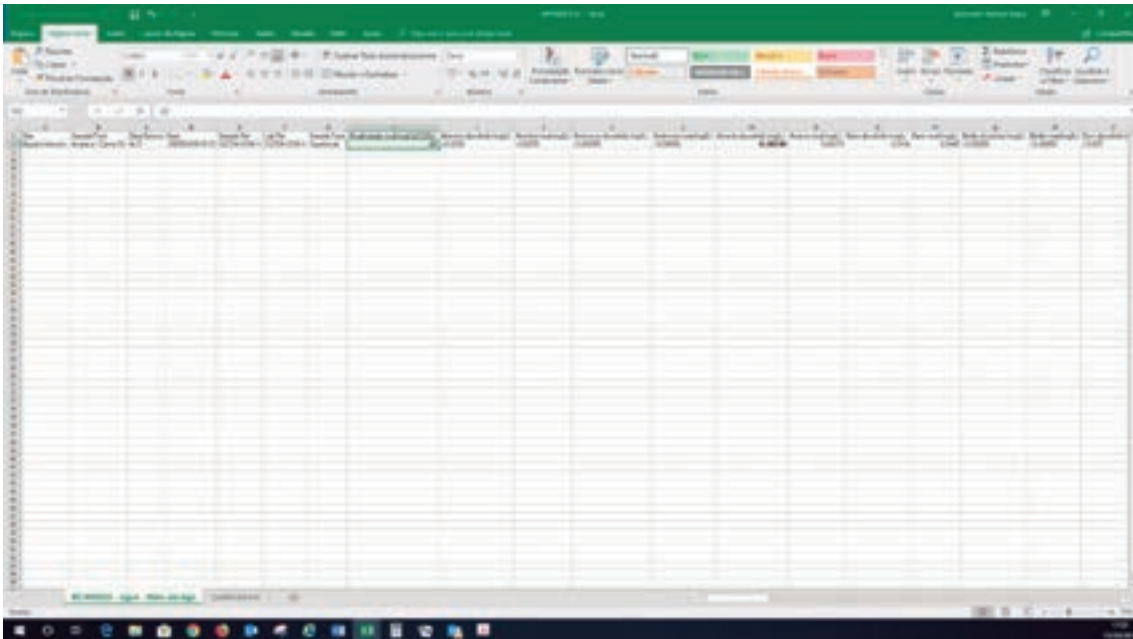
Apêndice 2 – Fluxograma do processo de Validação dos dados



Apêndice 3 – Fluxograma do processo de Qualificação dos dados



Apêndice 4 – Apresentação dos qualificadores na planilha de dados



Nota Técnica N° 46 do Grupo Técnico de Acompanhamento do Programa de Monitoramento Quali - Quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos do rio Doce, Zona Costeira e Estuários, instituído pelo Comitê Interfederativo – Termo de Transação e Ajustamento de Conduta.

Belo Horizonte, 29 de agosto de 2019

ASSUNTO: *Proposta de Revisão Bi-anual do Programa de Monitoramento Quali-Quantitativo Sistemático (PMQQS) de Água e Sedimentos.*

1. INTRODUÇÃO

Em 5 de novembro de 2015, ocorreu o rompimento da barragem de rejeitos da mina de minério de ferro Fundão de propriedade da mineradora Samarco S.A., em Mariana/MG, com o lançamento de aproximadamente 40 milhões de metros cúbicos de rejeitos no meio ambiente e no sistema fluvial a jusante ocasionando um dos maiores desastres socioambientais do País no setor da mineração. Os rejeitos ultrapassaram a barragem de Santarém, percorreram 55 km no rio Gualaxo do Norte até o rio do Carmo, e outros 22 km até o rio Doce, impactando seus tributários até alcançar a foz do rio Doce, no litoral do Espírito Santo, percorrendo mais de 660 km de cursos d'água. A onda de rejeitos, inicialmente composta principalmente por óxido de ferro e sílica, impactou a qualidade da água da bacia do rio Doce e tornou indispensável a intensificação do monitoramento.

Em março de 2016, foi celebrado o Termo de Transação e de Ajustamento de Conduta (TTAC), firmado entre Órgãos Federais, estaduais e as empresas responsáveis pelo rompimento da barragem de Fundão. O TTAC prevê, em sua Cláusula 177, a implantação de um programa de investigação e monitoramento da bacia do rio Doce, áreas estuarina, costeira e marinha impactadas.

Esse Programa engloba a implantação de um Monitoramento Quali-Quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos (PMQQS) em 96 pontos contemplando uma ampla gama de parâmetros físicos, químicos, biológicos e ecotoxicológicos, de caráter permanente, com a definição e instalação de rede de monitoramento constituída por equipamentos automatizados, coletas de amostras de água e sedimentos e análises de laboratório.

Em 4 de novembro de 2016, a Câmara Técnica de Segurança Hídrica e Qualidade de Água (CT-SHQA) emitiu o Ofício nº 38/2016/AP-GF-ANA, onde consta a Proposta de Conteúdo Mínimo para o Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático da Água e dos Sedimentos (PMQQS) do Rio Doce, a qual foi aprovada pelo Comitê Interfederativo - CIF, por meio da Deliberação CIF nº 17, de 18 de agosto de 2016. De forma complementar, o Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA) do Espírito Santo apresentou a Nota Técnica DT/Monitoramento Marinho nº 016/2016 (anexo da Deliberação CIF nº17), com a Proposta de Conteúdo Mínimo para o Programa de Monitoramento das Águas e Sedimentos da Zona Costeira e Estuários.

A partir dessas orientações, a Fundação Renova protocolou a primeira versão do PMQQS, em 23 dezembro de 2016. A CT-SHQA emitiu as Notas Técnicas nº 07 e 08, em fevereiro de 2017, contendo as manifestações das equipes dos órgãos de gestão de recursos hídricos e órgãos ambientais competentes e recomendações para complementação da proposta apresentada pela Fundação Renova para o PMQQS. Como resultado desse processo, foi definido o escopo do Programa de Monitoramento Quali-Quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos do Rio Doce, Zona Costeira e Estuários, o qual foi aprovado pelo CIF, por meio da Deliberação CIF nº 53, de 31 de março de 2017, sendo determinado à Fundação Renova a implementação imediata do Programa, de modo a cumprir os prazos definidos na Cláusula 177 do TTAC. Dessa forma, o monitoramento do PMQQS iniciou-se em 31 de julho de 2017 em cumprimento à Cláusula 177 do TTAC, visando fornecer dados para monitorar a recuperação da bacia hidrográfica do rio Doce e zona costeira e estuarina adjacentes.

No item 6.5 do Documento Bases Mínimas do PMQQS, foi prevista a criação de um Grupo Técnico de Acompanhamento - GTA do PMQQS, o qual foi instituído pela Deliberação CIF nº 77, de 27 de junho de 2017. No item 8 do mesmo documento, consta que: “O Programa de monitoramento implantado deverá ser revisto pelo Grupo Técnico de Acompanhamento a cada 02 anos”.

O início de operação do PMQQS ocorreu em 31 de julho de 2017. Nesses dois anos de Programa, o GTA-PMQQS solicitou e fomentou uma série de ações de modo a aprimorar a qualidade dos dados gerados pelo Programa. Entre essas ações destacam-se vistorias de campo, solicitação para capacitação dos técnicos contratados pela Fundação Renova e definição de validadores e qualificadores para os dados de coletas manuais.

Considerando que já se passaram dois anos do início do PMQQS e com o objetivo de colher subsídios para a elaboração de sua proposta de revisão, foi programado pelo GTA, com apoio da CT-SHQA, o Seminário de Revisão Bi-anual do PMQQS.

O seminário foi realizado nos dias 14 e 15 de agosto de 2019, com a participação de membros da Câmara Técnica de Segurança Hídrica e Qualidade da Água (CT-SHQA); da Câmara Técnica de Gestão de Rejeitos e Segurança Ambiental (CT-GRSA); da Câmara Técnica de Reconstrução e Recuperação de Infraestrutura (CT Infra); da Câmara Técnica de Conservação e Biodiversidade (CT-Bio); da Câmara Técnica de Educação, Cultura, Lazer, Esporte e Turismo (CT-ECLET); da Câmara Técnica de Restauração Florestal e Produção de Água (CT FLOR); do Grupo de Assessoramento Técnico ao Comitê Interfederativo (GAT); dos especialistas contratados pelo Ministério Público Federal (Ramboll/LacTec); e de representantes do Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Doce (CBH Doce); da Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH); do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM); da Agência Nacional das Águas (ANA); da Rede Rio Doce Mar (RRDM); da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG); dos Municípios Atingidos; dos Atingidos; da Fundação Renova (FRE); e do GTA-PMQQS, totalizado cerca de 60 participantes.

Dentre os insumos utilizados para subsidiar a proposta de revisão do programa, foi considerado o documento “Recomendações para revisão do PMQQS”, elaborado pela Fundação Renova e disponibilizado em 25 de junho de 2019 por meio do Ofício OFI.NII.042019.6097-02.

As contribuições dos participantes do Seminário de Revisão do PMQQS foram analisadas pelos membros do GTA e os resultados estão consolidados nesta Nota Técnica, que indica as modificações propostas para a revisão do PMQQS.

2. PROPOSTA DE REVISÃO DO PMQQS

2.1 – Alterações de Caráter Geral

Durante o Seminário de Revisão do PMQQS houve consenso em torno da percepção do GTA-PMQQS, de que o programa de monitoramento em si (coleta e análise de água, sedimento, biota, etc.) está operando adequadamente, entretanto a comunicação dos dados do Programa e da informação gerada, a partir desses dados, aos diferentes interessados precisa ser aprimorada.

Nesse sentido, o GTA-PMQQS recomenda ao CIF que solicite à Fundação Renova que implemente uma plataforma online agregando os dados brutos/consolidados gerados, com possibilidade de download, dados das estações automáticas em tempo real, informações para usuários e tomadores de decisão, Notas Técnicas relativas aos monitoramentos e outros documentos relacionados (artigos, normas, etc.), apresentados em linguagem clara e acessível para interessados com diferentes formações e necessidades de informação.

Para operacionalizar essa iniciativa, que tem por objetivo permitir que os diversos interessados tenham amplo acesso aos dados do PMQQS e às informações geradas a partir dos dados de monitoramento, sugere-se o envolvimento de profissionais de comunicação, além de equipe de TI e especialistas da área de análise de dados de qualidade de água no desenvolvimento de tal plataforma.

Um exemplo de bacia hidrográfica onde se buscou fazer esse tipo de trabalho junto aos interessados é o da Bacia Norte Americana de Chesapeake (<https://www.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=1c929ee315874d999f90949710a6c19e>).

A definição do formato e conteúdo da plataforma deverão ser discutidas junto à FRE em reunião específica a ser agendada oportunamente.

Para que a comunicação com os interessados seja eficiente, é importante reduzir o tempo entre as coletas e a entrega dos dados por parte da Fundação Renova, que nos procedimentos atuais chega a cinco meses. O GTA-PMQQS estima que 45 dias é tempo suficiente para que sejam disponibilizados os dados de parâmetros físicos, químicos, biológicos e ecotoxicológicos recomendados nesta proposta.

O GTA-PMQQS também recomenda ao CIF que solicite à Fundação Renova o aprimoramento do formato das planilhas que disponibilizam os dados do monitoramento para facilitar a sua inserção em outros bancos de dados e seu uso. Nesse sentido, recomenda-se a disponibilização de duas planilhas: uma contendo informações sobre os pontos de monitoramento e outra contendo informações sobre as coletas, conforme Apêndices A e B. Ambas as planilhas devem ter entre as suas colunas o código do ponto para que se possa estabelecer uma relação entre

elas e devem ser disponibilizadas em formato csv, sem linhas ou campos vazios, e sem célula mesclada.

A planilha contendo a informação das coletas deve possuir uma coluna de status, à direita da coluna contendo os valores para cada parâmetro monitorado. O status refere-se ao metadado do parâmetro monitorado e deverá seguir uma numeração de modo a se ter uma planilha de coletas exclusivamente numérica. Sugere-se a seguinte numeração: 0 (dado não medido), 1 (dado medido), 2 (abaixo do limite de quantificação), 3 (acima do limite de quantificação), 4 (não detectado). Parâmetros quantificados in situ devem ser apresentados como colunas (e não linhas) com seu nome (exemplo: pH in situ) e respectivo status.

O GTA-PMQQS recomenda ao CIF a interrupção da elaboração dos relatórios anual e trimestrais, mantendo-se apenas a elaboração do relatório de QA/QC, com frequência trimestral, para que seja garantida a qualidade dos dados gerados. Essa definição parte de um entendimento do GTA-PMQQS e das instituições que o integram de que o objetivo primordial do grupo é garantir a confiança dos dados gerados pelo PMQQS, e que a análise sobre a qualidade da água na bacia do rio Doce e eventuais correlações com usos de recursos hídricos é de atribuição dos órgãos competentes.

2.2 – Alteração nos Pontos de Monitoramento

Todas as alterações propostas nessa Nota Técnica em termos de pontos de monitoramento, parâmetros e frequência estão compiladas no Apêndice C, em forma de planilha-resumo.

Devem ser realizadas as seguintes alterações nos pontos monitorados pelo PMQQS, observando-se a necessidade de vistoria para a correta alocação dos pontos, na qual tanto as condições hidráulicas quanto de acesso sejam observadas.

Córrego Mirandinha e Rio Gualaxo do Norte

- Incluir o ponto novo RMD01, proposto pela Fundação Renova;
- Incluir o ponto novo RGN02M para trecho à montante;
- Realocar os pontos RGN03, RGN05 e RGN07 para trecho à montante. Novos códigos: RGN03M, RGN05M e RGN07M;

Rio do Carmo

- Excluir o RCA03;
- Deslocar o RCA05 para trecho à jusante, tal como sugerido pela Fundação Renova. Novo código RCA05J

Rio Piracicaba

- Excluir o ponto RPC01;
- Deslocar para próximo a foz o ponto RPC03 (trecho à jusante). Novo código RPC03J

Rio Matipó

- Deslocar o ponto RMA01 para trecho à jusante. Novo código RMA01J

Rio Corrente

- Incluir o ponto novo RCG01 próximo a foz, conforme proposto pela Fundação Renova.

Rio Guandu

- Incluir o ponto novo RGU02 próximo a foz, observando a influência do reservatório e captação que ocorre ali no local.

Rio Doce

- RDO02: manutenção do local e acrescentar coleta convencional manual;
- Incluir um ponto de monitoramento em cada reservatório das UHEs Risoleta Neves, Baguari, Aimorés e Mascarenhas. Pontos UHE CAN, UHE BAG, UHE AIM, UHE MAS;
- Incluir um ponto novo RDO09J no rio Doce, no município de Conselheiro Pena, de forma a abranger uma região sem monitoramento, e como precaução à possibilidade de dificuldade de acesso ao ponto em Resplendor. Ponto RDO09J;

Lagoa Nova

- Deslocar o ponto LNV03 para coincidir com o ponto E19 da cláusula 165. Ponto LNV03a;
- Deslocar o ponto LNV02 para o meio da lagoa e, conseqüentemente, área mais profunda. Ponto: LNV02a.

Lagoa Juparanã

- Deslocar o ponto LJP02 para a área central da lagoa e com maior largura. Ponto: LJP02a.

Lagoa do Limão

- Alterar a localização do ponto LLM03 para coincidir com confluência dos braços superiores. Ponto: LLM03a.

Lagoa do Areão

- Juntar seus pontos de coleta em um único ponto, que tenha localização coincidente com o ponto E23 da cláusula 165. Ponto LAO01a.

Lagoa Monsarás

- Deslocar o ponto LMN02 para o meio da lagoa. Ponto: LMN02a.

Estuários

- Vistoria de campo nos Estuários deverá ser realizada para realocação a ajuste dos pontos, observando a vazão dos rios em questão, de forma a tornar o monitoramento mais eficiente.

2.3 – Alterações na Frequência de Coleta

- Alterar a periodicidade da coleta de testemunho para anual, ou seja, 12 meses.

- Alterar a frequência de coleta de dados das estações automáticas de 30 minutos para 60 minutos.

2.4 – Alterações nos Parâmetros Monitorados

1. Incluir coleta manual no ponto RDO 02 (deslocar para jusante, em local que permita o acesso), contemplando todos os parâmetros de água e sedimento, conforme Tabela Revisão PMQQS, no Apêndice C. Justificativa: monitoramento da saída da UHE Candonga.
2. Em ambiente dulcícola deve-se realizar as seguintes análises de ecotoxicidade:
 - a. para as matrizes ÁGUA BRUTA e ELUTRIATO DE SEDIMENTO:
 - i. Nível trófico 1: algas verdes (ABNT NBR 12648:2018);
 - ii. Nível trófico 2: *Ceriodaphnia spp* (ABNT 13373:2017);
 - b. Para a matriz SEDIMENTO INTEGRAL:
 - i. *Hyalella spp* (ABNT NBR 15470:2013) - realizar ensaio agudo e crônico.
3. Para o ambiente salino/salobro devem-se realizar as seguintes análises:
 - a. Para as matrizes ÁGUA BRUTA e ELUTRIATO DE SEDIMENTO
 - i. Nível trófico 1 - Ensaio crônico com *Skeletonema costatum* - ABNT/NBR 16181: Ecotoxicologia aquática — Toxicidade crônica — Método de ensaio com microalgas marinhas;
 - ii. Nível trófico 2 - Ensaio agudo com Misidáceo - ABNT/NBR 15308: Ecotoxicologia aquática — Toxicidade aguda — Método de ensaio com misídeos (Crustacea);
 - iii. Nível trófico 2 - Ensaio crônico com *Echinometra lucunter* - ABNT/NBR 15350: Ecotoxicologia aquática - toxicidade crônica de curta duração - método de ensaio com ouriço-do-mar.
 - b. Para a matriz SEDIMENTO INTEGRAL
 - i. Ensaio agudo e crônico: *Nitokra sp* - Testes de toxicidade com sedimento total e água intersticial estuarinos utilizando copépodos bentônicos (G.R. Lotufo & D.M.S Abessa).
4. Disponibilização das curvas-chave em uma aba da planilha geral de dados do PMQQS.
5. Nos pontos localizados na Zona Costeira e Estuarina retirar os parâmetros biológicos, quais sejam: fitoplâncton e bentos, com exceção do ponto RDO16, que permanece inalterado.
6. Eliminar as coletas e análises de perifíton do PMQQS, pois a malha amostral não é representativa e há dificuldade de padronização na metodologia.
7. Manutenção de todos os parâmetros de metais totais e dissolvidos, pois não há elementos técnicos que permitam deliberar sobre a retirada de metais neste monitoramento;
8. Eliminar as análises dos seguintes parâmetros nas matrizes água e sedimento: HCH (Alfa-HCH); HCH (Beta-HCH); HCH (Delta-HCH); HCH (Gama-HCH/Lindano); Clordano (Alfa); Clordano (Gama); DDD; DDE; DDT; Dieldrin; Endrin; Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos; (HPA); Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (HPT); e Bifenilas Policloradas.
9. Incluir amostragem e análise de macroinvertebrados bentônicos dulcícolas em todos os pontos de rios. Caso os pontos sejam alterados, manter as amostragens em todos os pontos que ficarem definidos.
10. Alterar a frequência de amostragem de macroinvertebrados bentônicos dulcícolas para trimestral.

11. Manter suspensão da análise do parâmetro chumbo 210, tal qual NT45 GTA-PMQQS, até retorno de metodologia analítica aplicável e viável pela Fundação Renova.
12. Manter a medição de pH de laboratório na matriz água, mas eliminar o valor de pH de laboratório da planilha de dados. Ou seja, apresentar na planilha apenas o dado de pH de campo. O pH de laboratório na matriz sedimento pode ser excluído. Justificativa: pH de água é um parâmetro de validação e por isso não pode ser removido.
13. Incrementar as análises de Arsênio com especiação de As^{+3} e As^{+5} .
14. Manter o parâmetro teor de carbonato somente em Estuário e Zona Costeira.
15. Incluir a medição de profundidade no local onde a coleta é realizada.
16. Manter análises de Material Particulado em Suspensão (MPS) de acordo com a metodologia atual.
17. Não alterar a metodologia de medição de descarga sólida, mantendo tal qual o recomendado.
18. Manter a aferição de condutividade nas secções de monitoramento e enviar os perfis mensurados junto com os relatórios trimestrais de QA/QC, para uma posterior avaliação por parte dos membros do GTA-PMQQS.
19. Em Estuários e Zona Costeira, deverão ser monitorados água bruta com frequência mensal e sedimentos e ecotoxicidade com frequência trimestral.
20. Nos sedimentos, manter todos os metais, fenóis e para orgânicos apenas análises do somatório de PCB e HPA.

2.5 – Controle de Qualidade

Todos os procedimentos atuais de controle de qualidade dos processos amostral e de laboratório deverão ser mantidos, observando a continuidade dos brancos laboratoriais e de campo, assim como duplicatas e parâmetros inseridos para o cálculo do balanço iônico.

3. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Esta Nota Técnica apresenta a Revisão do PMQQS tendo como base o documento “Recomendações para revisão do PMQQS”, elaborado pela Fundação Renova, bem como as contribuições dos presentes no Seminário de Revisão Bi-anual do PMQQS e posterior avaliação do GTA.

Além da revisão do Programa, com alteração de pontos, parâmetros e frequência, conforme Apêndice C, o GTA-PMQQS reforça a necessidade de dar tempestividade à divulgação dos dados gerados no âmbito do PMQQS, tanto para outras Câmaras Técnicas quanto para a sociedade. Desta forma, recomenda ao CIF que solicite à Fundação Renova a apresentação do fluxograma contendo todos os processos envolvidos na disponibilização dos dados, identificando os principais pontos críticos e sugestões para redução do tempo envolvido desde a coleta até a validação e qualificação dos dados. Sugere-se que os parâmetros sejam agrupados, a fim de que se identifiquem grupos de dados que poderão ser disponibilizados em tempos distintos.

Dessa forma, o GTA encaminha a presente Nota Técnica e seus Apêndices ao CIF para apreciação, recomendando que o processo de revisão do PMQQS contemple os elementos propostos nesta Nota Técnica.

Ressalta-se que os demais pontos, parâmetros e frequências de amostragem, não citados nesta NT devem ser mantidos em sua situação atual, sem alteração.

Após deliberação do CIF solicitando à Fundação Renova que cumpra o exposto nesta Nota Técnica, o GTA solicita a realização de reunião específica com a Fundação Renova, presencial ou por videoconferência, para alinhamento em relação aos pontos do PMQQS aqui revisados.

Equipe Técnica responsável pela elaboração da Nota Técnica:

- Ana Paula Montenegro Generino (Especialista em Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas – ANA);
- Emilia Brito (Agente de Desenvolvimento Ambiental e Recursos Hídricos - IEMA);
- Gilberto Arpini Sipioni (Tecnólogo em Saneamento Ambiental – IEMA);
- Vanessa Kelly Saraiva (Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM);
- Maria Dulce Chicayban Monteiro de Castro (Analista Ambiental – IBAMA);
- Thatiana Cappi da Costa (Agente de Desenvolvimento Ambiental e Recursos Hídricos – IEMA);
- Maria Regina Gonçalves de Souza Soranna (Analista de Desenvolvimento Regional - ICMBio);
- Maurrem Ramon Vieira (Especialista em Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas – ANA)

Nota Técnica aprovada em 27/08/2019

Maurrem Ramon Vieira

Coordenação do GTA PMQQS

MAURREM

RAMON VIEIRA

Assinado de forma
digital por MAURREM
RAMON VIEIRA

Dados: 2019.09.17
12:57:56 -03'00'

Nota Técnica N° 54 do Grupo Técnico de Acompanhamento do Programa de Monitoramento Quali - Quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos do rio Doce, Zona Costeira e Estuários, instituído pelo Comitê Interfederativo – Termo de Transação e Ajustamento de Conduta.

Vitória, 13 de dezembro de 2019

ASSUNTO: Vistoria para redefinição de locação de pontos de monitoramento nos Estuários monitorados no âmbito do PMQQS

1. INTRODUÇÃO

Em atendimento à Nota Técnica GTA-PMQQS n° 46/2019, foi realizada vistoria para verificação e análise quanto à necessidade de adequação dos pontos de coleta na região estuarina da malha amostral do Programa de Monitoramento Quali-Quantitativo Sistemático (PMQQS) de água e sedimentos do rio Doce, nos estados da Bahia e Espírito Santo.

A vistoria foi realizada entre os dias 04 a 08/11/2019, com a participação dos membros do Grupo Técnico de Acompanhamento do PMQQS: Ana Paula Fernandez, Maria Regina Gonçalves de Souza Soranna, Thatiana Cappi da Costa, além de um membro do Grupo de Assessoramento Técnico do CIF (Luciano Bazoni Junior). A vistoria foi acompanhada por um funcionário da Fundação Renova (Henrique Rosa Filgueiras).

No dia 12/11/2019 foi realizada nas dependências da AGERH-ES reunião com a presença de técnicos da Fundação Renova, IBAMA, IEMA, ICMBio, AGERH, ANA e com o professor Daniel Rigo - UFES. As contribuições sobre os estuários vistoriados definidas durante a reunião foram incorporadas na presente Nota Técnica.

2. ANÁLISE

Inicialmente, havia sido previsto o acompanhamento das amostragens realizadas pelo laboratório ALS, contratado pela Fundação Renova, nos pontos de coleta dos estuários dos rios Caravelas (ERC01), Mucuri (ERU01), Ipiranga (ERI01 e ERI02), Mariricu (EBN01 e EBN02), Piraquê-Açu (EPA01 e EPA02), Reis Magos (ERM01 e ERM02) e Doce (ERD01). Contudo, houve alteração nas datas de coleta devido à problemas logísticos do laboratório, o que não permitiu o acompanhamento completo das amostragens pelos servidores designados para isso.

Dessa forma, o grupo visitou os pontos ERC01, ERM01, ERI01, ERI02, EBN01 e EBN02 sem acompanhamento da equipe de coleta do PMQQS. A partir do dia 07/11/2019, além de observar as

condições da localização dos demais pontos amostrados (EPA01, EPA02, ERM01, ERM02, ERD01), foi possível acompanhar a equipe de coleta em campo.

Na sequência, apresentam-se as impressões técnicas para cada um dos pontos acompanhados.

2.1. Estuário do rio Caravelas/Nova Viçosa (ERC 01)

Data da vistoria: 05.11.2011; 9:00h

O ponto de coleta é de fácil acesso, sendo utilizada a rampa da Pousada Iracema para a descida da embarcação. O estuário é extenso, com manguezais na parte mais interna e várias praias pequenas nas margens, próximo a foz. No momento da vistoria havia o predomínio de água salgada, com entrada mais pronunciada pela margem esquerda do estuário. A vistoria foi realizada durante momento de maré enchente, em período de quadratura. O ponto de coleta original está localizado atualmente em cima de um banco de areia, bem próximo a entrada do estuário, na margem direita, em região com fortes correntes de maré, e em local raso, o que dificulta a coleta. A região do estuário é, de forma geral, rasa. Em virtude da constatação da inviabilidade de coleta no ponto original, além de observar que, mesmo derivando o ponto para a região central do canal estuarino, aquele não seria o ponto mais adequado, devido à profundidade e à composição granulométrica do fundo, decidiu-se pela prospecção de um novo ponto para realização das coletas futuras. Foi realizada uma investigação no estuário com coleta de sedimentos e verificação de parâmetros físicos com sonda multiparamétrica, em diferentes pontos. Desta forma foi escolhido um novo local, mais para dentro do estuário, próximo a um manguezal. O ponto prospectado apresentou sedimento lamoso, profundidade aproximada de 1,60 m, salinidade próxima da água do mar (32/49500 $\mu\text{S}/\text{cm}$) sem muita estratificação na coluna d'água.

Desta forma, caso seja mantido o ponto, a equipe recomenda a **alteração do ponto original para o ponto localizado nas coordenadas geográficas S 17° 52' 33" e W 39°21'42" (figura 01).**

Durante a reunião ocorrida na AGERH em 12.12.2019 foi sugerida a exclusão deste estuário.



Figura 01: Ilustração dos locais do ponto de coleta ERC 01 atual e do ponto sugerido.

2.2. Estuário do rio Mucuri (ERU01)

Data da vistoria: 05.11.2011

O acesso ao ponto é fácil, ao lado de um estaleiro de apoio à empresa Fibria/Suzano. O embarque é feito a partir de um braço do estuário em questão. O ponto original está localizado atualmente em cima de um banco de areia, devido a um aumento da deposição de sedimentos na margem. A região do estuário é, de forma geral, rasa. A vistoria foi realizada durante momento de maré enchente, em período de quadratura. Em virtude da constatação da inviabilidade de coleta no ponto original, além de observar que, mesmo derivando o ponto para a região central do canal estuarino, aquele não seria o ponto mais adequado, devido à profundidade e à composição granulométrica do fundo, decidiu-se pela prospecção de um novo ponto para realização das coletas futuras. Após análise deste novo local e a partir da coleta de sedimentos e verificação de parâmetros físicos com sonda multiparamétrica, foi possível observar a presença de sedimento lamoso e estratificação na coluna d'água, com a condutividade variando de 39000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ na superfície a 54000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no fundo (figura 03).

Desta forma, caso o ponto seja mantido, o grupo entendeu que uma opção mais adequada seria alteração do ponto original S 17° 45' 3.6" e W 39° 13' 33.6" **para o ponto localizado nas coordenadas geográficas S 18° 05' 49" e W 39° 33' 34" (figura 02 e 03).**

Durante a reunião ocorrida na AGERH em 12.12.2019 foi sugerida a exclusão deste estuário.

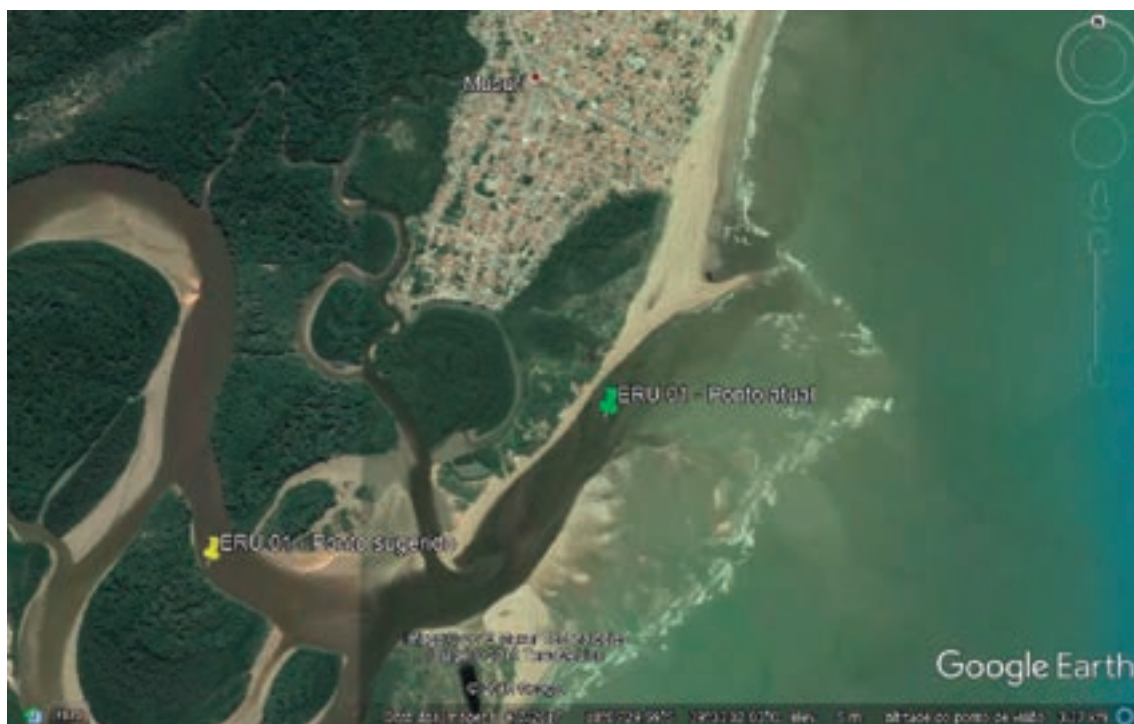


Figura 02: Ilustração dos locais do ponto de coleta ERU 01 atual e do ponto sugerido.



Figura 03: Amostra de sedimento coletado no ponto ERR 01R sugerido.

2.3. Estuário do rio Ipiranga/Linhares (ERI01)

Data da vistoria: 06.11.2011; 9:00h

O acesso ao ponto de coleta é realizado em meio a um manguezal, em região bem rasa, o que dificulta principalmente a entrada da embarcação em período de maré baixa, mas não inviabiliza. Na margem direita ocorre a presença de casas e ao longo do canal muitas embarcações ancoradas. Existe uma draga que atua na manutenção do canal. A vistoria foi realizada durante momento de maré enchente, em período de quadratura. No momento da vistoria a condutividade variou de 13900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ na superfície a 40000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no fundo, apresentando estratificação. O ponto original

está localizado bem na entrada do estuário, possui sedimentos lamosos e profundidade aproximada de 0,64m.

Devido à ausência de locais com profundidades superiores a 80 cm e considerando que a mudança na localização deste ponto não trará benefícios para a coleta e ainda irá acarretar descontinuidade da série histórica de dados do ponto atual, a equipe recomenda a manutenção do ponto em sua posição atual (figura 04).

2.4. Estuário do rio Ipiranga/Linhares (ERI02)

Data da coleta: 06.11.2011; 10:00h

O acesso e entorno do ponto ERI02 é o mesmo do descrito para o ponto ERI01. Está situado a aproximadamente 1,2 Km de distância a montante do ponto ERI01. Nas proximidades foi observada uma draga posicionada no meio do canal, que estava inoperante. Vários barcos de pesca atracados ao longo do estuário. A profundidade do ponto foi de 0,64 m e a condutividade variou de 4471 $\mu\text{S}/\text{cm}$ na superfície a 5356 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no fundo.

Durante a reunião foi sugerido a realocação do ponto ERI02, uma vez que este encontra-se próximo ao ERI01, e gera informações semelhantes. Desta forma foi sugerido realocar o ponto em local a montante, a ser definido em campo. A locação aproximada encontra-se na figura 04.

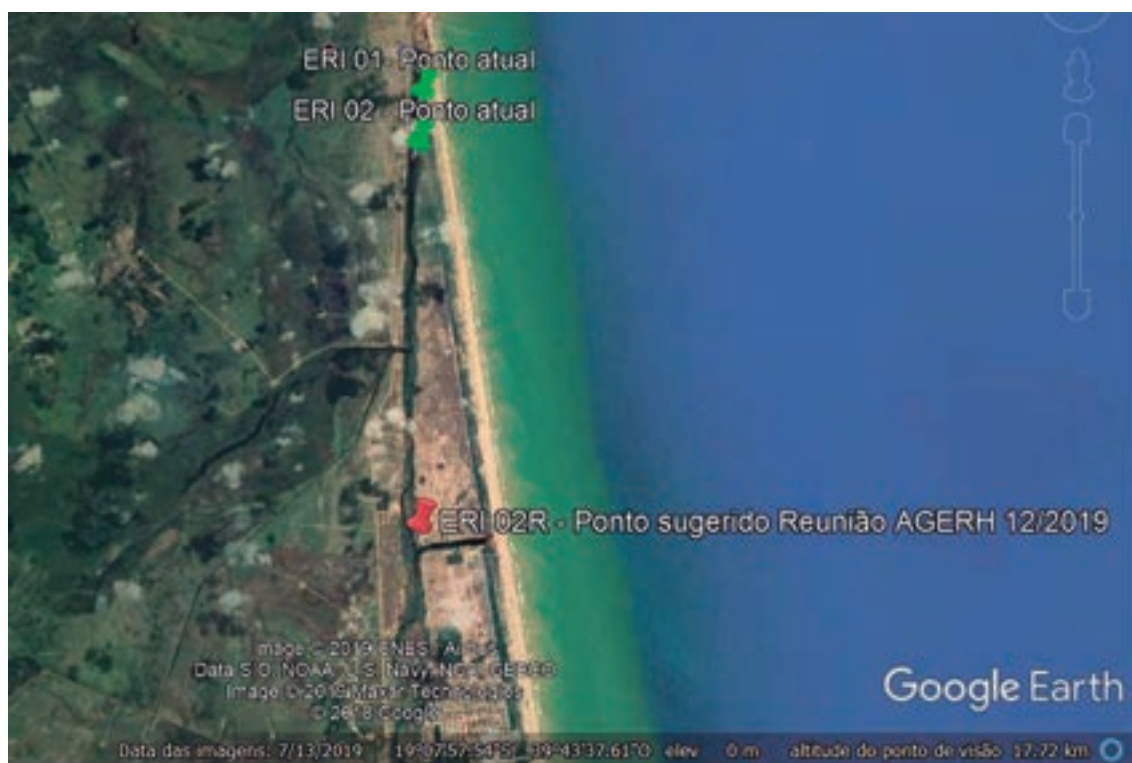


Figura 04: Ilustração dos locais do ponto de coleta ERI 01, ERI 02 atuais e alteração ERI02R.

2.5. Estuário Barra Nova/São Mateus (EBN01)

Data da vistoria: 06.11.2011; 11:00h

O estuário possui fácil acesso e é todo raso em sua extensão. O ponto de coleta original está localizado próximo a bancos de areia e formações areníticas, em local sem residências ou estabelecimentos comerciais. A vistoria foi realizada durante momento de maré enchente, em período de quadratura. No momento da vistoria a condutividade variou de 53405 $\mu\text{S}/\text{cm}$ na superfície a 53489 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no fundo e a profundidade era de aproximadamente 1,0m.

Devido a forte intensidade da corrente de maré e a predominância de sedimentos arenosos no ponto de coleta original, o grupo entendeu que uma opção mais adequada **seria alteração para o ponto localizado nas coordenadas geográficas S 18° 57' 18" e W 39° 44' 24"**, cuja profundidade era de 0,85m no momento da vistoria (figuras 05 e 06).

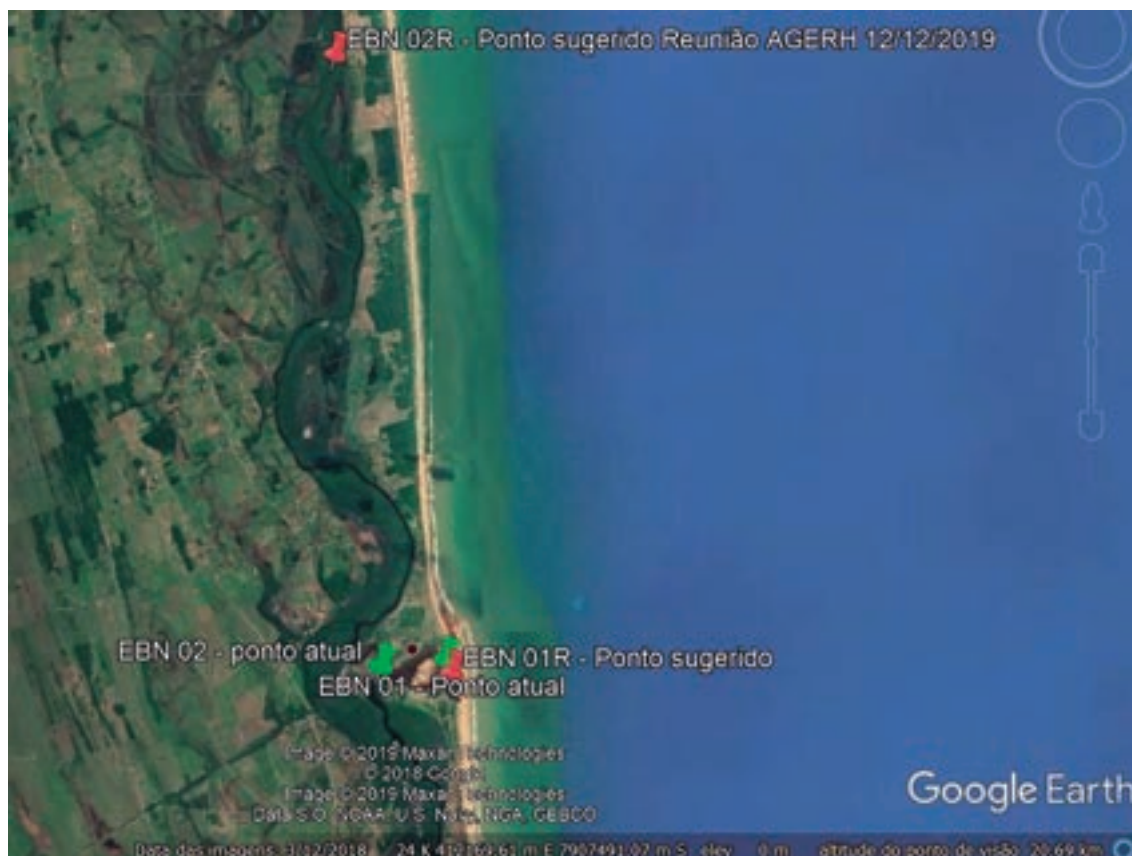


Figura 05: Ilustração dos locais do ponto de coleta EBN 01 e 02 atuais e dos pontos sugeridos EBN 01R e EBN 02R.



Figura 06: Entorno do ponto EBN 01R sugerido.

2.7. Estuário Barra Nova/São Mateus (EBN02)

Data da vistoria: 06.11.2011; 11:30h

O acesso e entorno do ponto EBN02 é o mesmo do descrito para o ponto EBN01. Está situado a montante do ponto EBN01, em região rasa, próximo a manguezal, com a presença de bancos de areia. A vistoria foi realizada durante momento de maré enchente, em período de quadratura e o ponto apresentou profundidade de 0,57 m no momento da coleta.

Durante a reunião ocorrida na AGERH em 12.12.2019 foi sugerida a realocação do ponto EBN02, considerando que este encontra-se relativamente próximo ao EBN01, em estuário com uma dinâmica complexa e que a região mais ao Norte permitirá uma melhor representação do estuário em questão. Desta forma sugere-se que o ponto seja realocado em vistoria de campo, em local entre Guriri e Barra Nova. A localização aproximada encontra-se acima na **figura 05**.

2.8. Estuário do rio Reis Magos (ERM01)

Data da vistoria: 07.11.2011; 10:20h

O embarque é realizado em área próxima a uma via pública. Presença de algumas casas no entorno e de atividade pesqueira na região. A vistoria foi realizada durante momento de maré enchente, em período de quadratura. Neste ponto foi possível acompanhar o trabalho da equipe de coleta do laboratório ALS. No momento da coleta a condutividade variou de 51700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ na superfície a 51800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no fundo e a profundidade era de aproximadamente 0,7m. Estuário raso em toda a extensão vistoriada. Estuário raso e com presença de esgoto.

Durante a reunião ocorrida na AGERH em 12.12.2019 foi sugerida a exclusão deste estuário.

2.9. Estuário do rio Reis Magos (ERM02)

Data da vistoria: 07.11.2011; 11:40h

O acesso e entorno do ponto ERM02 é o mesmo do descrito para o ponto ERM01. Ponto localizado a montante do ponto ERM01, em local com 24cm de profundidade com sedimento lamoso em região muito assoreada. A vistoria foi realizada durante momento de maré enchente, em período de quadratura. No momento da coleta a condutividade variou de 51470 $\mu\text{S}/\text{cm}$ na superfície a 51520 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no fundo.

Durante a reunião ocorrida na AGERH em 12.12.2019 foi sugerida a exclusão deste estuário.

2.10. Estuário do rio Piraquê-Açu (EPA01)

Data da vistoria: 07.11.2011; 14:30h

Fácil acesso realizado por uma rampa na lateral de um restaurante. O estuário apresenta manguezal na margem esquerda e um porto de barcos de pesca na margem direita. Foi possível observar sedimento arenoso e profundidade de 5,5 m no local de coleta (figura 07). A amostragem foi realizada em no início da maré vazante em período de quadratura. No momento da coleta a condutividade variou de 52500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ na superfície a 52600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no fundo.

O grupo entendeu que uma opção mais adequada seria alteração do ponto original S 19° 57' 4" e W 40° 9' 11" **para o ponto localizado nas coordenadas geográficas S 19° 57' 1" e W 40° 9' 22"**, devido a presença de sedimentos mais finos (figuras 06, 07 e 08).



Figura 06: Ilustração dos locais do ponto de coleta EPA 01 atual e do ponto sugerido EPA 01R.



Figura 07: Amostra de sedimento coletado no ponto EPA 01 atual.



Figura 8: Amostra de sedimento coletado no ponto EPA 01 sugerido

2.11. Estuário do rio Piraquê-Açu (EPA02)

Data da vistoria: 07.11.2011; 15:50h

O ponto amostral é acessado pelo mesmo local do ponto EPA01. O ponto está localizado próximo a uma bifurcação do canal e o entorno apresenta-se bem preservado. Possui aproximadamente 10 m de profundidade e a amostragem foi realizada em momento de maré vazante no período de quadratura. Na coleta a condutividade variou de 51512 $\mu\text{S}/\text{cm}$ na superfície a 51852 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no fundo.

Durante a reunião ocorrida na AGERH em 12.12.2019 foi sugerida a realocação do ponto EPA02 para montante, acima da bifurcação com o rio Piraquê Mirim, ao longo do rio Piraquê Açu. O ponto deverá ser realocado durante vistoria e o ponto aproximado encontra-se na **figura 09**.



Figura 09: Ilustração dos locais do ponto de coleta EPA 02 atual e do ponto sugerido EPA 02R.

2.12. Estuário do Rio Riacho (ERR01)

Data da vistoria: 08.11.2011; 9:20h

O ponto é de fácil acesso e é realizado pela rua Damião Vicente, no município de Aracruz, por um atracadouro de pescadores (Porto das Lanchas). Do lado direito da entrada do estuário e muito próximo ao local de coleta, observou-se a presença de uma comunidade ribeirinha (favela) que lança esgoto in natura na água (Figura 10). Do lado esquerdo há presença de um manguezal (Figura 11). Foi possível observar a presença de uma barra. Pescadores locais relataram que a barra abre e fecha naturalmente ao longo do ano, entretanto pode-se observar um trator executando a abertura da barra (Figura 12). A vistoria foi realizada durante início da maré enchente, em período de quadratura e o ponto apresentou profundidade de aproximadamente de 1,14 m e sedimento arenoso (areia grossa). No momento da coleta a condutividade variou de 13970 $\mu\text{S}/\text{cm}$ na superfície a 19300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no fundo.

Durante a reunião ocorrida na AGERH em 12.12.2019 foi sugerido o deslocamento deste ponto para montante, acima das região com concentração de casas e presença de esgoto, antes da barragem móvel presente na região. O ponto deverá ser realocado durante vistoria e o ponto aproximado encontra-se na **figura 10**.



Figura 10: Ilustração dos locais do ponto de coleta ERR 01 atual e do ponto sugerido ERR 01R.



Figura 11: Margem direita do estuário próximo ao ponto ERR 01 atual



Figura 12: Margem esquerda do estuário próximo ao ponto ERR 01 atual



Figura 13: Trator executando a abertura da barra do estuário.



Figura 14: Entorno do ponto ERR 01 sugerido.



Figura 15: Amostra de sedimento coletado no ponto ERR 01 sugerido.

2.13. Estuário do Rio Riacho (ERR02)

O ponto amostral é acessado pelo mesmo local do ponto ERR01. Este se localiza no meio do canal, em local com presença de esgoto e profundidade aproximada de 0,7 m. A amostragem foi realizada em momento de maré enchente no período de quadratura. Na coleta a condutividade variou de 13226 $\mu\text{S}/\text{cm}$ na superfície a 16740 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no fundo. **Recomenda-se a manutenção do ponto amostral.**

2.13. Estuário do Rio Doce (ERD01)

Fácil acesso ao estuário, entretanto o ponto localiza-se a 4 km de distância do local de acesso. Existem muitos bancos de areia no trajeto até o ponto de coleta o que gera a necessidade de desembarcar e puxar o barco.

O ponto de coleta apresenta entorno bem preservado e está sobre um banco de areia. Apresentou condutividade aproximada de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, salinidade de 0,04 e profundidade de 0,27 m, com predomínio de sedimentos arenosos.

A coleta foi realizada na maré cheia e a partir do levantamento de parâmetros físico-químicos e da amostragem de sedimento realizada em campo, observou-se a necessidade de realocação do ponto, de forma a facilitar o acesso e ser mais representativo da região estuarina do rio Doce.

O alinhamento com o Plano Básico de Monitoramento Ambiental (PMBA), implementado pela Fundação Renova e fiscalizado pela CTBio em cumprimento a cláusula 165, é atualmente realizado pela Rede Rio Doce Mar. No PMBA, dados do PMQQS também são utilizados, e a alocação dos pontos foi ajustada para também atender essa demanda. Para estuários, definiu-se que o ERD01 (PMQQS) será realocado para coincidir com o E26 (PMBA), desta forma sugere-se que este **seja deslocado para as coordenadas de S 19°38' 21" e W 39° 49' 10" (Figura16).**



Figura 16: Ilustração dos locais do ponto de coleta ERD 01 atual e do ponto sugerido ERD 01R.

3. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Observado o conhecimento prévio e as condições de campo vistoriadas, além da reunião realizada, segue as recomendações para a revisão bi-anual do PMQQS:

- Muitos dos estuários amostrados no momento da coleta, em relação a salinidade, se apresentaram como estuários verticalmente homogêneos. Uma vez que a variação da condutividade nas regiões estuarinas é muito grande, em decorrência dos diferentes tipos de estuários e das variações de maré, sugere-se que a diferença de 10% na condutividade usada para definir diferenças significativas de um perfil, estipulada no PMQQS, seja aplicada somente para as regiões sem presença de água marinha.
- A partir das análises dos resultados validados dos parâmetros físico-químicos em água para estuários não estratificados, e considerando que não é realizada análise de fitoplâncton na região estuarina, recomenda-se que no caso de estuários com estratificação inferior a 10000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, seja realizada somente a coleta de água na profundidade de 50cm do fundo.
- Os estuários possuem poucos pontos amostrais e só consideram regiões com influência das marés. Apesar das análises realizadas servirem como indicativo da qualidade de água e sedimentos do ponto amostrado, ressalta-se que a malha amostral atual não é representativa nem suficiente para uma avaliação da qualidade de água dos estuários.
- De forma a atender os objetivos do Programa de Monitoramento Quali-Quantitativo Sistemático (PMQQS) de água e sedimentos do rio Doce, de determinar o nível de qualidade dos estuários e da avaliação contínua da inter-relação dos parâmetros, o GTA-PMQQS sugere que os pontos amostrais dos mesmos sejam reavaliados de forma a considerar:
 - Retirada dos pontos de coleta localizados no estuário do rio Caravelas, estuário do rio Mucuri, e do estuário do rio Reis Magos, considerando a falta de efetividade das ações de intervenção que visam a recuperação da bacia do rio Doce nestes estuários e que a atual malha amostral não é suficiente para caracterizar a qualidade da água e sedimento nestes.
 - Caso os pontos dos estuários do rio Caravelas e do rio Mucuri não sejam excluídos do PMQQS, sugere-se a revisão da malha amostral em cada um destes estuários, que deverá ser definida em conjunto com os técnicos do GTA-PMQQS em vistoria.
 - Inclusão em análises de sedimentos de um único testemunho em cada estuário, com análise dos mesmos parâmetros já amostrados nos sedimentos superficiais e datação dos mesmos. Sabe-se que no âmbito da CT-GRSA está realizando coletas de perfis

sedimentares (testemunhos) para análise de parâmetros físico-químicos e datação nas regiões estuarinas amostradas pelo programa. Em caso de já ter previsão destas análises no âmbito de outros programas para os estuários amostrados no PMQQS, solicita-se o encaminhamento dos resultados para análise do GTA-PMQQS e, desta forma não efetuar retrabalho.

- Considerar a alteração da localização dos pontos amostrais, conforme descrito ao longo do relatório de vistoria e listados abaixo:

Tabela 1: Novas coordenadas sugeridas. Os estuários grifados em amarelo são os que possuem proposta de exclusão e em verde os pontos que necessitam de vistoria, com acompanhamento dos técnicos do PMQQS, para confirmação das coordenadas.

Coordenadas Geográficas - WGS 84		Latitude	Longitude	Cod.Novo	a vistoriar
ERC 01	Estuário do rio Caravelas/Nova Viçosa	S 17° 52' 33"	W 39° 21' 42"	ERC 01R	
ERU 01	Estuário do rio Mucuri	S 18° 05' 49"	W 39° 33' 34"	ERU 01R	
ERI 02	Estuário do rio Ipiranga	S 19° 09' 47"	W 39° 43' 20"	ERI 02R	x
EBN 01	Estuário Barra Nova/São Mateus	S 18° 57' 18"	W 39° 44' 24"	EBN 01R	
EBN 02	Estuário Barra Nova/São Mateus	S 18° 51' 49"	W 39° 45' 29"	EBN 01R	x
EPA 01	Estuário do rio Piraquê-Açu	S 19° 57' 01"	W 40° 09' 22"	EPA 01R	
EPA 02	Estuário do rio Piraquê-Açu	S 19° 55' 43"	W 40° 10' 31"	EPA 02R	x
ERR 01	Estuário do Rio Riacho	S 19° 47' 18"	W 40° 03' 17"	ERR 01R	x
ERD 01	Estuário do Rio Doce	S 19° 38' 21"	W 39° 49' 10"	ERD 01R	

Coordenadas UTM - Zona - 24K - WGS 84		Latitude	Longitude	Cod.Novo	
ERC 01	Estuário do rio Caravelas/Nova Viçosa	461686	8023514	ERC 01R	
ERU 01	Estuário do rio Mucuri	440807	7998999	ERU 01R	
ERI 02	Estuário do rio Ipiranga	424041	7880960	ERI 02R	x
EBN 01	Estuário Barra Nova/São Mateus	422092	7903988	EBN 01R	
EBN 02	Estuário Barra Nova/São Mateus	420137	7914081	EBN 02R	x
EPA 01	Estuário do rio Piraquê-Açu	379020	7793604	EPA 01R	
EPA 02	Estuário do rio Piraquê-Açu	376982	7795986	EPA 02R	x
ERR 01	Estuário do Rio Riacho	389512	7811577	ERR 01R	x
ERD 01	Estuário do Rio Doce	414079	7828234	ERD 01R	

- Sugere-se a adoção do mesmo código do ponto acrescido da letra "R" ou outra a sugerir, de forma a indicar o mesmo ponto realocado, facilitando as análises dos resultados.
- Incluir análises nos estuários do parâmetro *enterococos* (bactérias do grupo dos estreptococos fecais), uma vez que possuem alta tolerância às condições adversas de crescimento, como a alta taxa de sobrevivência em águas salinas e salobras podem funcionar como melhores indicadores de contaminação fecal.

3. CONCLUSÕES

Observado o acima exposto, conclui-se que a realocação de parte dos pontos de Estuários no PMQQS se faz necessário. Para que esta realocação seja efetiva, deve-se observar todas as recomendações supracitadas por esta Nota Técnica.

Equipe Técnica responsável pela elaboração da Nota Técnica:

- Ana Paula Fernandez (IBAMA);
- Maria Regina Gonçalves de Souza Soranna (ICMBio);
- Thatiana Cappi (IEMA)

Nota Técnica aprovada em 13/12/2019

**MAURREM
RAMON VIEIRA**

Assinado de forma digital
por MAURREM RAMON
VIEIRA
Dados: 2020.01.08
10:52:36 -02'00'

Maurrem Ramon Vieira

Coordenação do GTA PMQQS

Nota Técnica N° 55 do Grupo Técnico de Acompanhamento do Programa de Monitoramento Quali - Quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos do rio Doce, Zona Costeira e Estuários, instituído pelo Comitê Interfederativo – Termo de Transação e Ajustamento de Conduta.

Vitória, 13 de dezembro de 2019

ASSUNTO: Vistoria para redefinição de locação de pontos de monitoramento nos rios monitorados no âmbito do PMQQS

1. INTRODUÇÃO

Em atendimento à Nota Técnica n.º46 GTA-PMQQS, foi realizada vistoria para verificação e análise quanto à necessidade de adequação dos pontos de coleta na região dos rios da malha amostral do Programa de Monitoramento Quali-Quantitativo Sistemático (PMQQS) de água e sedimentos do rio Doce, nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo.

A vistoria foi realizada entre os dias 18 e 22/11/2019, com a participação dos membros do Grupo Técnico de Acompanhamento do PMQQS: Caroline Cristiane Pinto, Emilia Brito, Geovane Sartori e Thatiana Cappi da Costa. A vistoria foi acompanhada por três analistas da Fundação Renova (Anderson Almeida Pacheco; Soraia Soares Silva e Vinicius Nascimento Oliveira).

No dia 12/11/2019 foi realizada nas dependências da AGERH-ES reunião com a presença de técnicos da Fundação Renova, IBAMA, IEMA, ICMBio, AGERH, ANA e com o professor Daniel Rigo - UFES. As contribuições sobre os pontos de rios vistoriados definidas durante a reunião foram incorporadas na presente Nota Técnica.

2. ANÁLISE

A vistoria teve como objetivo verificar as sugestões pela Fundação Renova de pontos amostrais novos a serem monitorados pelo PMQQS, readequação de algumas estações que se encontram próximas uma da outra ou que apresentam conflitos para acesso, bem como vistoriar pontos sugeridos em Usinas Hidrelétricas. O grupo visitou os pontos RMD-01, RGN-02M, RGN-03M, RGN-05M, RGN-07M, RCA-05J, RDO-01J, UHE-RISOLETA NEVES, RDO-02J, RMA-01J, RPC-03J, UHE-BAGUARI, RSP-01, RDO-09J, UHE-AIM, RGU-02 e UHE-MAS. Na sequência, apresentam-se as impressões técnicas para cada um dos pontos acompanhados.

Estação Córrego Mirandinha (RMD-01)

Data da vistoria: 18/11/2019, 16:00-17:00h

Trata-se de uma estação nova sugerida pela Fundação Renova no córrego denominado Mirandinha (coordenada: -20.248836°/-43.427658°), não abrangida pela malha amostral atual do PMQQS. A estação se localiza no município de Mariana/MG, e o acesso ocorre através de uma estrada vicinal bem sinalizada e conservada. Foi necessário adentrar propriedade privada para acesso ao ponto de coleta.

No momento da vistoria choveu e assim foi possível verificar voçorocas e certa dificuldade de acesso com carro não tracionado. Destaca-se que não foi possível acesso ao ponto exato de coleta sugerido devido a ausência de embarcação e pela condição meteorológica desfavorável.

O entorno imediato caracteriza-se por área de pastagem, presença de biomanta, e barraginha. Próximo ao dique há uma vegetação rasteira. O solo é arenoso com pedregulhos, e por aparentar presença de rejeito, a equipe levantou a necessidade de observar as imagens da linha do tempo no Google Earth para se certificar do alcance deste na região. Após verificar a linha do tempo no Google Earth (Figura 1) e se certificar da chegada do rejeito nesse local, a equipe do GTA-PMQQS, durante a reunião ocorrida na AGERH em 12.12.2019 **sugere a exclusão deste ponto de monitoramento.**

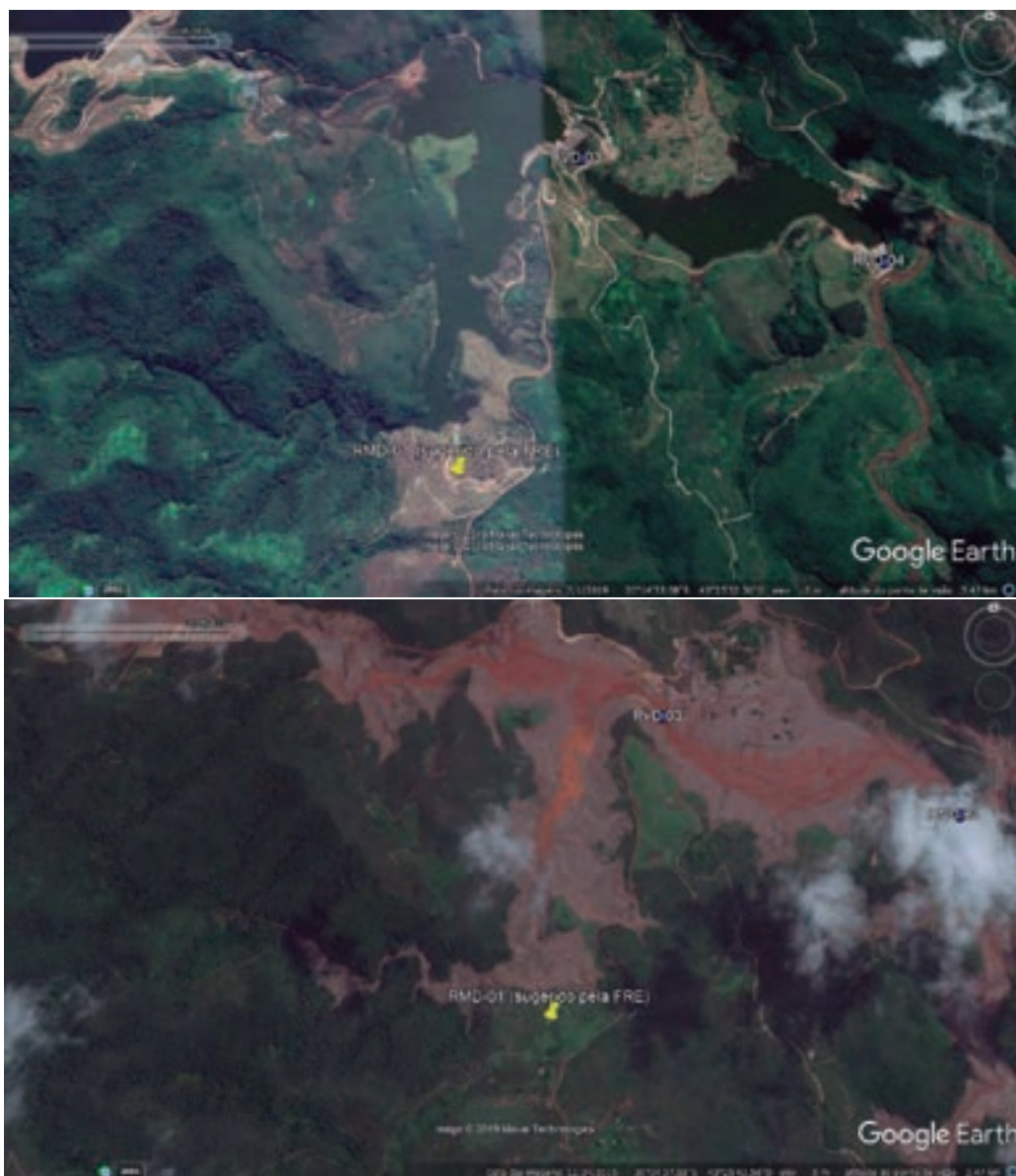


Figura 01: Localização da estação amostral RMD-01 sugerida para coleta, em 16/12/2019 (após 04 anos do rompimento) e em 24/12/2015 (logo após rompimento).



Figura 02: Registro em campo da área de acesso ao ponto amostral RMD-01 com vistas para o córrego Mirandinha.

1.1 Estação no rio Gualaxo do Norte - RGN-02M

Data da vistoria: 19/11/2019, 07:30-08:30h

O objetivo da vistoria neste ponto RGN-02M (coordenada: -20.251750°/-43.375722°) foi de verificar a possibilidade de realocação do ponto RGN-02, cuja coleta é realizada atualmente na coordenada: -20.266900°/-43.307100° (jusante do ponto vistoriado). O intuito da realocação se baseia na necessidade de espaçar as estações RGN-02 e RGN-03.

O acesso a esse ponto ocorre por estrada vicinal, e em situação de condições meteorológicas desfavoráveis a equipe de coleta dependerá de veículo tracionado.

Em vistoria foi possível notar que o entorno do ponto foi revegetado sob orientação da CT-FLOR com gramíneas e espécies arbustivas com bom desenvolvimento. Também observou-se a existência de um córrego que deságua próximo do ponto sugerido. Destaca-se que a região do rio Gualaxo nessa localidade é caracterizada por uma pequena profundidade, não ultrapassando 0,50 metros, e por essa razão, a coleta deverá ocorrer com jardineira e não com embarcação.

Além disso, foi possível verificar que há infraestrutura de apoio para a equipe de coleta com instalação de sanitários.

A equipe do GTA-PMQQS concorda com a exclusão da estação amostral RGN-02 e com a realocação da estação RGN-02M, porém, devido a existência do córrego que deságua na região, orienta-se a coleta em ponto à montante do córrego e em região com maior profundidade, distanciado de bancos de areia.



Figura 03: Localização da estação amostral RGN-02M sugerida para realocação e da estação RGN-02 onde as coletas são realizadas atualmente.



Figura 04: Registro do córrego que deságua próximo da estação RGN-02M, da vegetação do entorno e do rio Gualaxo do Norte onde o ponto se localiza. Sugere-se coleta na curva à montante do córrego.

1.2 Estação no rio Gualaxo do Norte - RGN-03M

Data da vistoria: 19/11/2019, 09:00-9:30h

O objetivo da vistoria neste ponto RGN-03M (coordenada: -20.258833°/-43.362222°) também foi para verificar a possibilidade de realocação do ponto RGN-03, cuja coleta é realizada atualmente na coordenada: -20.269100°/-43.300800° (jusante do ponto vistoriado). O intuito da realocação se baseia na necessidade de espaçar as estações RGN-02 e RGN-03.

O acesso a esse ponto ocorre por estrada vicinal e é de fácil trânsito com veículo tracionado. Também nesse ponto vistoriado foi possível verificar infraestrutura instalada para apoio aos trabalhadores da região.

Esse ponto refere-se à área da antiga PCH-Bicas, atingida pelo rejeito. É uma estação com vazão no rio Gualaxo do Norte maior do que no ponto RGN-02M à montante. Também observa-se nessa região o desenvolvimento da vegetação plantada sob orientação da CT-FLOR, estrutura de barraginha para contenção de rejeito.

Devido à proximidade deste ponto RGN-03M com o ponto RGN-02M, a equipe do GTA-PMQQS **não concorda com a realocação da estação e sugere também a exclusão da estação amostral RGN-03**, onde se realizam as coletas atualmente fundamentando-se também na questão de proximidades com outros pontos da malha amostral.



Figura 05: Localização da estação amostral RGN-03M sugerida para realocação e da estação RGN-03 onde as coletas são realizadas atualmente. Também estão destacadas as estações RGN-02M e RGN-02 para verificação da proximidade dos pontos amostrais.



Figura 06: Registro da estação RGN-03M sugerida para realocação. O ponto se localiza na antiga PCH-Bicas. Registro do ponto no rio Gualaxo, da barraginha de contenção de rejeitos e do entorno revegetado pelo programa da CT-FLOR.

1.3 Estação no rio Gualaxo do Norte - RGN-05M

Data da vistoria: 19/11/2019, 10:30-11:00h

O objetivo da vistoria neste ponto RGN-05M (coordenada: -20.23991°/-43.333467°) do mesmo modo que as estações supracitadas foi para verificar a possibilidade de realocação do ponto RGN-05, cuja coleta é realizada atualmente na coordenada: -20.292700°/-43.279200° (jusante do ponto vistoriado). O intuito da realocação é espaçar os pontos amostrais no trecho do rio Gualaxo do Norte.

Verificou-se fácil acesso a este ponto através de estrada vicinal em veículo tracionado. A área do entorno caracteriza-se por pastagem, bem como, apresenta vegetação arbustiva desenvolvida. Nota-se implementação de ações da CT-FLOR.

A profundidade, constatada visualmente, nessa localidade do rio Gualaxo do Norte é de aproximadamente 0,50 m e a vazão aparenta ser menor que a do ponto RGN-03M vistoriado à montante.

Devido à proximidade deste ponto RGN-05M com os demais pontos do trecho do rio Gualaxo do Norte, a equipe do GTA-PMQQS **não concorda com a realocação da estação e também sugere a exclusão da estação amostral RGN-05**, onde se realizam as coletas atualmente.



Figura 07: Localização da estação amostral RGN-05M sugerida para realocação e da estação RGN-05 onde as coletas são realizadas atualmente. Devido à proximidade dos pontos no trecho do rio Gualaxo do Norte, sugere-se a exclusão destes pontos amostrais destacados no círculo branco.



Figura 08: Registro da estação RGN-05M sugerida para realocação. O entorno é revegetado conforme programa da CT-FLOR.

1.4 Estação no rio Gualaxo do Norte - RGN-07M

Data da vistoria: 19/11/2019, 15:00-15:30h

O objetivo da vistoria neste ponto RGN-07M (coordenada: -20.262639°/-43.128167°) do mesmo modo que as estações supracitadas foi para verificar a possibilidade de realocação do ponto RGN-07, cuja coleta é realizada atualmente na coordenada: -20.280900°/-43.079200° (jusante do ponto vistoriado). O intuito da realocação é espaçar os pontos amostrais no trecho do rio Gualaxo do Norte.

O acesso a este ponto também ocorre através de estrada vicinal e é de fácil acesso através de veículo tracionado. A área do entorno caracteriza-se por pastagem, bem como, apresenta vegetação arbustiva desenvolvida. Nota-se implementação de ações da CT-FLOR.

As margens do rio Gualaxo do Norte nessa localidade caracteriza-se por barranco e gramíneas. Visualmente foi possível verificar que a profundidade nesse ponto é maior que os demais (1,0m aproximadamente) e apresenta vazão considerável.

A equipe do GTA-PMQQS concorda com a exclusão da estação amostral RGN-07 e com a realocação da estação RGN-07M.

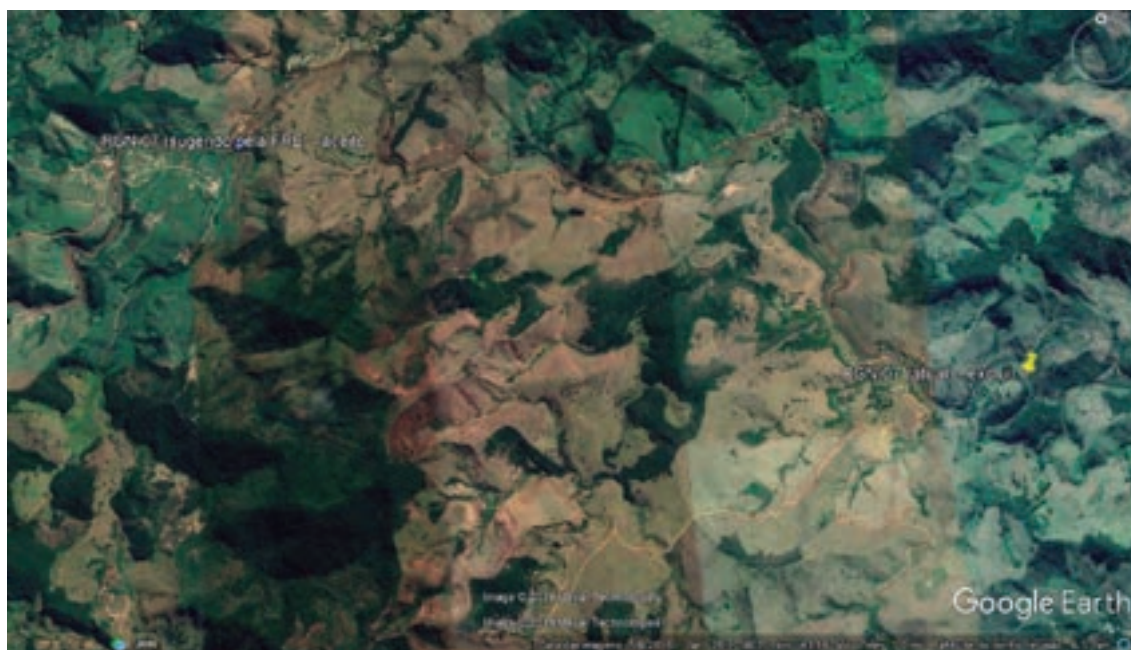


Figura 09: Localização da estação amostral RGN-07M sugerida para realocação e da estação RGN-07 onde as coletas são realizadas atualmente.



Figura 10: Registro da estação RGN-07M sugerida para realocação.

1.5 Estação no rio Doce - RDO-01J

Data da vistoria: 19/11/2019, 17:30-18:00h

O objetivo da vistoria neste ponto RDO-01J (coordenada: -20.255967°/-42.910410°) foi vistoriar e conferir a situação de falta de acesso à área atualmente utilizada para coleta (coordenada: -20.255972°/-42.910694°), uma vez que o proprietário do terreno passou a proibir o acesso da equipe. Destaca-se ainda que existe uma estação automática na margem em frente ao terreno deste proprietário e o mesmo trancou a estação com cadeado, inviabilizando a manutenção e geração de dados para o PMQQS.

O acesso a área ocorre através de estrada vicinal de fácil acesso com veículo tracionado. O ponto sugerido para realocação, tanto do ponto de coleta quanto da estação automática, está localizado a uns 50 m à jusante, no terreno vizinho.

O rio Doce nessa localidade apresenta comprimento largo, com alta vazão. O entorno caracteriza-se por atividade pecuária e vegetação arbustiva.

A equipe do GTA-PMQQS concorda com a exclusão da estação amostral RDO-01 e com a realocação da estação RDO-01J.



Figura 11: Localização da estação amostral RDO-01J sugerida para realocação e da estação RDO-01 onde as coletas são realizadas atualmente e onde se localiza uma estação automática cujo acesso foi fechado pelo proprietário do terreno.



Figura 12: Registro da área sugerida para realocação (RDO-01J).



Figura 13: Registro do terreno vizinho onde se pretende realocar a estação automática.



Figura 14: Registro do terreno onde se localiza o ponto atual com problemas de acesso (RDO-01) e da margem do terreno vizinho onde foi sugerida a realocação (RDO-01J).

1.6 Estação Rio do Carmo - RCA-05J

Data da vistoria: 20/11/2019, 08:30-08:50h

O objetivo da vistoria neste ponto RCA-05J (coordenada: -20.276401°/-42.938715°) foi vistoriar e conferir a situação de falta de acesso à área atualmente utilizada para coleta (coordenada: -20.258800°/-42.990200°), uma vez que o proprietário do terreno passou a proibir o acesso da equipe.

O ponto de coleta é de fácil acesso com a utilização de veículo tracionado através de uma estrada de terra vicinal. Todas as propriedades que margeiam o rio neste trecho pertencem à Empresa Laticínios Porto Alegre, a qual impediu o acesso ao rio através de suas propriedades, no entanto, entre as propriedades dessa Empresa, existe uma faixa de terra de aproximadamente 10 metros de largura, a jusante do ponto atual de coleta RCA-05 (aproximadamente 9 Km) , pertencente a um outro proprietário, que permitiu

o acesso ao rio para a realização da coleta. Este local dista da foz do Rio do Carmo, no Rio Piranga, em aproximadamente 3 Km a montante, onde a partir desse ponto se intitula o Rio Doce propriamente dito.

As margens do Rio do Carmo nesta localidade caracteriza-se por barranco e gramíneas, sendo as áreas adjacentes utilizadas para atividade pecuária. Visualmente foi possível verificar que a profundidade nesse ponto é de aproximadamente 1,0 metro e apresenta vazão considerável.

A equipe do GTA-PMQQS concorda com a exclusão da estação amostral RCA-05 e com a realocação da estação RCA-05J.



Figura 15: Localização da estação amostral RCA-05J sugerida para realocação e da estação RCA-05 onde as coletas são realizadas atualmente, cujo acesso foi impedido pelo proprietário do terreno.



Figura 16: Registro da área sugerida para realocação (RCA-05J).



Figura 17: Registro da área sugerida para realocação (RCA-05J).

1.7 Estação Rio Doce - RDO-02J

Data da vistoria: 20/11/2019, 10:15-10:30h

O objetivo da vistoria neste ponto RDO-02J (coordenada: -20.200250°/-42.832056°) foi vistoriar e conferir a situação de falta de acesso à área atualmente utilizada para coleta no Rio Doce (coordenada: -20.208663°/-42.850916°), uma vez que o ponto atual se localiza no canal de saída da UHE Risoleta Neves, impedindo o acesso da equipe, devido às condições de navegabilidade adversas.

O ponto de coleta é de fácil acesso com a utilização de veículo tracionado através de uma estrada de terra vicinal. Todas as áreas que margeiam o rio neste trecho, são propriedades particulares, exceto uma de aproximadamente 500 metros quadrados, a final de uma estrada que dá acesso ao rio, onde se localiza uma balsa para travessia de pessoas, que segundo informações de campo, esta é de domínio público. Este local dista do ponto atual (RDO-02) em aproximadamente 4,5 Km a jusante.

As margens do Rio Doce nesta localidade caracteriza-se por barranco, com presença de vegetação gramínea e arbustiva, sendo as áreas adjacentes utilizadas para atividade pecuária. Visualmente não foi possível verificar a profundidade neste ponto, sendo bastante caudaloso.

Ressalta-se, que com a devida alteração do ponto amostral manual, a estação automática também deverá ser realocada para o novo ponto amostral.

A equipe do GTA-PMQQS concorda com a exclusão da estação amostral RDO-02 e com a realocação da estação RDO-02J.



Figura 18: Localização da estação amostral RDO-02J sugerida para realocação e da estação RDO-02 onde atualmente as coletas manuais não podem ser realizada, apenas amostragens da estação automática.



Figura 19: Registro da área sugerida para realocação (RDO-02J)

1.8 Estação UHE Risoleta Neves

Data da vistoria: 20/11/2019, 11:00-11:30h

O objetivo da vistoria neste ponto UHE Risoleta Neves (coordenada: -20.200278°/-42.865611°) foi vistoriar e conferir a situação atual do reservatório de Risoleta Neves, a fim de alocar um ponto de amostragem neste lago, o qual foi solicitado durante o Seminário de Revisão do PMQQS em agosto de 2019, realizado na Fundação Dom Cabral, em Minas Gerais.

O ponto de coleta é de fácil acesso com a utilização de veículo tracionado através de uma estrada de terra vicinal. Todas as áreas que margeiam o reservatório, são de segurança, sendo necessário o acompanhamento da coleta por pessoal autorizado.

As margens do reservatório nesta localidade caracteriza-se por barranco, com presença de vegetação gramínea e arbustiva, sendo as áreas adjacentes utilizadas para atividade pecuária. Visualmente foi possível verificar que o reservatório se encontra deplecionado, com a formação de muitas ilhas, braços e presença de macrófitas.

Ressalta-se, que a amostragem manual, deverá ser realizada de forma composta, ao longo de um transecto perpendicular ao vetor de escoamento do reservatório, partindo do ponto de coordenadas da margem esquerda, acima elencado.

A equipe do GTA-PMQQS solicita a inclusão da estação amostral UHE Risoleta Neves.



Figura 20: Localização da estação amostral UHE Risoleta Neves, em destaque o transecto de amostragem no reservatório, partindo do ponto de coordenadas da margem esquerda.



Figura 21: Registro da área sugerida para inclusão da estação amostral UHE Risoleta Neves.

1.9 Estação Rio Matipó - RMA-01J

Data da vistoria: 20/11/2019, 16:00-16:45h

O objetivo da vistoria neste ponto RMA-01J (coordenada: $-19.919183^{\circ}/-42.538806^{\circ}$) foi vistoriar um novo local mais próximo da foz do Rio Matipó no Rio Doce, a jusante do ponto de coleta atual (coordenada: $-20.099800^{\circ}/-42.449100^{\circ}$), uma vez que este ponto se localiza no centro do município de Raul Soares, levando a inferir, que a estimativa de contribuição do meio urbano, possa estar sendo subestimada.

O ponto de coleta é de difícil acesso, mesmo com a utilização de veículo tracionado, através de uma estrada rural particular e por entre áreas de pastagens. Todas as áreas que margeiam o rio neste trecho, são propriedades particulares. Este local dista do ponto atual (RMA-01) em aproximadamente 50 Km a jusante e 8 Km a montante da foz do Rio Matipó no Rio Doce.

As margens do Rio Matipó nesta localidade caracteriza-se por barranco, com presença de vegetação arbustiva e remanescentes de mata ciliar de pequeno porte, sendo as áreas adjacentes com pastagens, utilizadas para atividade pecuária. Visualmente não foi possível verificar a profundidade neste ponto, sendo bastante caudaloso.

Considerando dificuldade de acessar o ponto RCA-01J e de acordo com a reunião ocorrida na AGERH em 12.12.2019, equipe do GTA-PMQQS, sugeriu a alteração deste ponto de monitoramento para o ponto amostral do IGAM (coordenada: $-20.080000^{\circ}/-$

42.469000°), tendo em vista que este ponto se encontra a aproximadamente 5,5 Km a jusante do centro de Raul Soares, atendendo dessa forma, à necessidade de se monitorar mais efetivamente a contribuição urbana.

A equipe do GTA-PMQQS concorda com a exclusão da estação amostral RMA-01 e com a realocação da estação RMA-01 - ponto ajustado IGAM.



Figura 22: Localização da estação amostral RMA-01J sugerida para realocação e da estação RMA-01 onde atualmente as coletas manuais são realizadas.



Figura 23: Registro da área sugerida para realocação (RMA-01J)



Figura 24: Registro da área sugerida para realocação (RMA-01J)



Figura 25: Localização da estação amostral RMA-01 - ponto ajustado IGAM, aceito para realocação e da estação RMA-01.

1.10 Estação Rio Piracicaba - RPC-03J

Data da vistoria: 21/11/2019, 08:45-09:15h

O objetivo da vistoria neste ponto RPC-03J (coordenada: $-19.503111^{\circ}/-42.541972^{\circ}$) foi vistoriar um novo local, mais próximo da foz do Rio Piracicaba no Rio Doce, a jusante do ponto de coleta atual (coordenada: $-19.525000^{\circ}/-42.644167^{\circ}$), uma vez que o ponto atual se localiza em um trecho rio com lançamentos industriais expressivos, que acabam interferindo diretamente na amostragem.

O novo ponto é de fácil acesso, mesmo com a utilização de veículo não tracionado, pois, o traslado ocorre através de uma via urbana pavimentada. O local é uma propriedade particular da Empresa Usiminas, onde ocorre a captação de água bruta para o processo industrial da mesma. Este local dista do ponto atual (RPC-03) em aproximadamente 20 Km a jusante e 3,5 Km a montante da foz do Rio Piracicaba no Rio Doce.

As margens do Rio Piracicaba nesta localidade caracteriza-se por barranco, com presença de vegetação arbórea elevada, mata fechada de grande porte. Visualmente não foi possível verificar a profundidade neste ponto, sendo bastante caudaloso.

Considerando que neste trecho do rio existe uma ilha fluvial, além de algumas interferências hidráulicas, para possibilitar a captação da referida indústria, a equipe do GTA-PMQQS em reunião ocorrida na AGERH em 12.12.2019, sugeriu a alteração deste ponto de monitoramento para 300 metros a montante das interferências visualizadas no ponto RPC-03J (coordenada: $-19.505826^{\circ}/-42.540964^{\circ}$), de forma a evitar qualquer obstáculo físico, que possa interferir na amostragem.

A equipe do GTA-PMQQS concorda com a exclusão da estação amostral RPC-03 e com a realocação da estação RPC-03 - ponto ajustado GTA-PMQQS.



Figura 26: Localização da estação amostral RPC-03J sugerida para realocação e da estação RPC-03 onde atualmente as coletas manuais são realizadas e a localização da estação amostral RPC-03 - ponto ajustado GTA-PMQQS aceito.



Figura 27: Registro da área sugerida para realocação (RPC-03J)

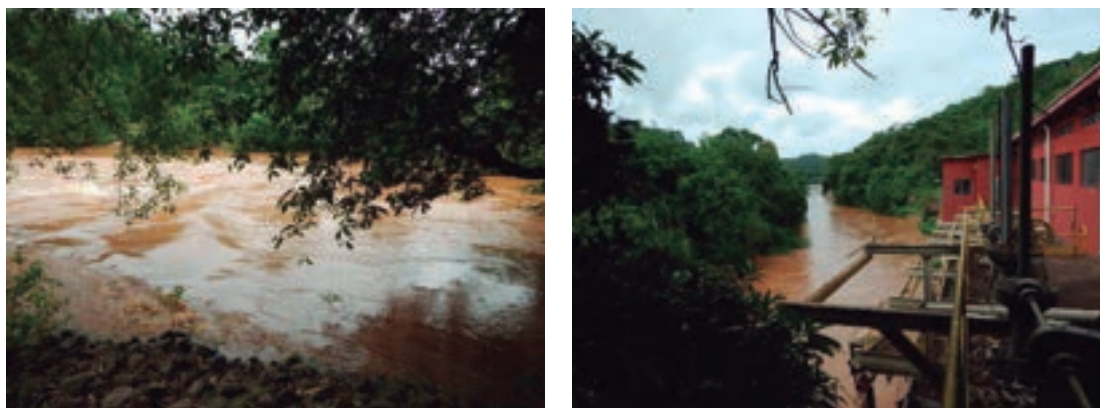


Figura 28: Registro da área sugerida para realocação (RPC-03J)

1.11 Estação UHE Baguari

Data da vistoria: 21/11/2019, 11:00-11:30h

O objetivo da vistoria neste ponto UHE Baguari (coordenada: -19.025639°/-42.130472°) foi vistoriar e conferir a situação atual do reservatório de Baguari, a fim de alocar um ponto de amostragem neste lago, o qual foi solicitado durante o Seminário de Revisão do PMQQS em agosto de 2019, realizado na Fundação Dom Cabral, em Minas Gerais.

O ponto de coleta é de fácil acesso com a utilização de veículo tracionado através de uma estrada vicinal de terra com cascalho. Todas as áreas que margeiam o reservatório, são de segurança, sendo necessário o acompanhamento da coleta por pessoal autorizado.

As margens do reservatório nesta localidade caracteriza-se por baixa declividade, com presença de vegetação arbórea e arbustiva. Visualmente foi possível verificar que o reservatório se encontra com capacidade elevada de água, porém, com seu espelho d'água completamente tomado por macrófitas.

Considerando a elevada incidência de macrófitas nesta porção do reservatório, a equipe do GTA-PMQQS em reunião ocorrida na AGERH em 12.12.2019, sugeriu a alteração deste ponto de monitoramento para o interior do lago (coordenada: -19.026647°/-42.127547°), de forma a evitar a presença de vegetação aquática.

A equipe do GTA-PMQQS concorda com a inclusão da estação amostral UHE Baguari - ajustado.



Figura 29: Localização da estação amostral UHE Baguari sugerida e a localização da estação amostral UHE Baguari - ponto ajustado GTA-PMQQS aceito.



Figura 30: Registro da área sugerida para inclusão da estação amostral UHE Baguari.

1.12 Estação Rio Suaçuí Pequeno - RSP-01

Data da vistoria: 21/11/2019, 11:50-12:20h

A equipe do GTA-PMQQS em reunião ocorrida na AGERH em 12.12.2019, constatou que o referido ponto vistoriado, não fazia parte dos pontos a serem visitados para a revisão do PMQQS, sendo um equívoco cometido pela Fundação Renova, no instante da programação e plotagem de coordenadas, as quais deveriam localizar um ponto no Rio Corrente Grande (RCG-01). Dessa forma, apesar de ter sido vistoriado, o mesmo não constará com descrição nesta Nota Técnica, por não fazer parte da revisão do PMQQS.

1.13 Estação Rio Doce - RDO-09J

Data da vistoria: 21/11/2019, 14:40-14:52h

O objetivo da vistoria neste ponto RDO-09J (coordenada: -19.141278°/-41.471611°) foi vistoriar um novo local intermediário, entre o RDO-09 e o RDO-10, uma vez que se trata de um trecho extenso do rio, que se encontra descoberto de monitoramento.

O novo ponto é de fácil acesso, mesmo com a utilização de veículo não tracionado, pois, o traslado ocorre através da BR 259 (pavimentada). O local é uma propriedade particular, com vegetação arbustiva e pastagem. Este local dista do ponto RDO-09 em aproximadamente 29 Km a jusante e 35 Km a montante do ponto RDO-10.

As margens do Rio Doce nesta localidade caracteriza-se por barranco com rochas, onde visualmente não foi possível verificar a profundidade neste ponto, sendo bastante caudaloso.

A equipe do GTA-PMQQS **solicita a inclusão da estação amostral RDO-09J.**



Figura 31: Localização da nova estação amostral RDO-09J aceita.



Figura 32: Registro da área sugerida para inclusão da estação amostral RDO-09J.

1.14 Estação UHE Aimorés

Data da vistoria: 21/11/2019, 16:15-16:50h

O objetivo da vistoria neste ponto UHE Aimorés (coordenada: -19.438833°/-41.097500°) foi vistoriar e conferir a situação atual do reservatório de Aimorés, a fim de alocar um ponto de amostragem neste lago, o qual foi solicitado durante o Seminário de Revisão do PMQQS em agosto de 2019, realizado na Fundação Dom Cabral, em Minas Gerais.

O ponto de coleta é de fácil acesso com a utilização de veículo tracionado através de uma estrada vicinal de terra com cascalho. Todas as áreas que margeiam o reservatório, são de segurança, sendo necessário o acompanhamento da coleta por pessoal autorizado.

As margens do reservatório nesta localidade caracteriza-se por alta declividade, com presença de vegetação arbórea e arbustiva. Visualmente foi possível verificar que o reservatório se encontra com capacidade elevada de água e seu espelho d'água se encontrava bastante limpo, sem a presença de macrófitas.

Considerando a existência de uma estrada rural, cuja a drenagem incide diretamente nesta porção do reservatório, a equipe do GTA-PMQQS em reunião ocorrida na AGERH em 12.12.2019, sugeriu a alteração deste ponto de monitoramento para o interior do lago (coordenada: -19.438723°/-41.100551°), de forma a evitar a zona de mistura, proveniente do escoamento vicinal.

A equipe do GTA-PMQQS solicita a inclusão da estação amostral UHE Aimorés – ajustado.



Figura 33: Localização da estação amostral UHE Aimorés sugerida e a localização da estação amostral UHE Aimorés - ponto ajustado GTA-PMQQS aceito.



Figura 34: Registro da área sugerida para inclusão da estação amostral UHE Aimorés.

1.15 Estação Rio Guandu - RGU-02

Data da vistoria: 21/11/2019, 17:15-17:30h

O objetivo da vistoria neste ponto RGU-02 (coordenada: -19.515722°/-41.011833°) foi vistoriar um novo local que atendesse à necessidade de se monitorar mais efetivamente a contribuição urbana. O ponto em questão se encontra próximo à foz do Rio Guandu no Rio Doce e, se encontra descoberto de monitoramento.

Este ponto é de fácil acesso, mesmo com a utilização de veículo não tracionado, pois, o traslado ocorre através vias urbanas pavimentadas. No local foi observado a presença de lançamento de esgoto e entulhos diversos. As margens são bastante íngremes e existe muita ocupação por edificações. Foi notado ainda, um estreito remanescente de vegetação ciliar, além da falta drenagem pluvial urbana no local.

Visualmente não foi possível verificar a profundidade neste ponto, sendo bastante caudaloso na ocasião da vistoria, devido a ocorrência de precipitação elevada nos dias anteriores.

A equipe do GTA-PMQQS solicita a inclusão da estação amostral RGU-02.



Figura 35: Localização da nova estação amostral RGU-02 aceita.



Figura 36: Registro da área sugerida para inclusão da estação amostral RGU-02.



Figura 37: Registro da área sugerida para inclusão da estação amostral RGU-02.

1.16 Estação UHE Mascarenhas

Data da vistoria: 21/11/2019, 17:45-18:00h

O objetivo da vistoria neste ponto UHE Mascarenhas (coordenada: -19.502658°/-40.933627°) foi vistoriar e conferir a situação atual do reservatório de Mascarenhas, a fim de alocar um ponto de amostragem neste lago, o qual foi solicitado durante o Seminário de Revisão do PMQQS em agosto de 2019, realizado na Fundação Dom Cabral, em Minas Gerais.

O ponto de coleta é de fácil acesso com a utilização de veículo tracionado através de uma estrada vicinal de terra, que adentra uma propriedade particular. Não se constatou se as áreas que margeiam o reservatório são de segurança, não verificando assim, a necessidade do acompanhamento da coleta por pessoal autorizado.

As margens do reservatório nesta localidade caracteriza-se por baixa declividade, com presença de vegetação arbórea, arbustiva e áreas de pastagens adjacentes. Visualmente, pode se inferir que o mesmo se encontra com volume médio de água, apresentando ainda, pouca presença de macrófitas no lago.

A equipe do GTA-PMQQS **solicita a inclusão da estação amostral UHE Mascarenhas.**



Figura 38: Localização da nova estação amostral UHE Mascarenhas.



Figura 39: Registro da área sugerida para inclusão da estação amostral UHE Mascarenhas.

3. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Observado o acima exposto, e equipe que realizou a vistoria dos pontos acima apresentados entende que as contribuições aqui expostas devem ser consideradas na readequação da revisão bi-anual do PMQQS, de forma a tornar o monitoramento mais representativo, eficiente e que dúvidas atualmente não respondidas possam ser sanadas.

Equipe Técnica responsável pela elaboração da Nota Técnica:

- Caroline Cristiane Pinto (IGAM)
- Emilia Brito (IEMA)
- Geovane Sartori (AGERH);
- Thatiana Capi da Costa (IEMA)

Nota Técnica aprovada em 13/12/2019

**MAURREM
RAMON
VIEIRA**

Assinado de forma
digital por MAURREM
RAMON VIEIRA
Dados: 2020.01.08
11:18:18 -02'00'

Maurrem Ramon Vieira

Coordenação do GTA PMQQS

Nota Técnica N° 56 do Grupo Técnico de Acompanhamento do Programa de Monitoramento Quali - Quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos do rio Doce, Zona Costeira e Estuários, instituído pelo Comitê Interfederativo – Termo de Transação e Ajustamento de Conduta.

Vitória, 23 de dezembro de 2019

ASSUNTO: *Readequação da Proposta de Revisão Bi-anual do Programa de Monitoramento Quali-Quantitativo Sistemático (PMQQS) de Água e Sedimentos.*

1. INTRODUÇÃO

Atendendo ao fluxo estabelecido para encaminhamento de Notas Técnicas com diretrizes no sistema CIF, o GTA-PMQQS apresentou na 38ª CT SHQA, realizada em setembro de 2019 no município de Vitória, a NT nº 46 GTA-PMQQS, que trata das diretrizes para a revisão bi-anual do Programa de Monitoramento Quali-Quantitativo Sistemático (PMQQS). A NT nº 46 GTA-PMQQS foi aprovada em plenária da CT SHQA, e juntamente com a NT nº 47 GTA-PMQQS, que trata da continuidade do monitoramento até a implementação das alterações propostas, encaminhada para a 42ª Reunião Ordinária do CIF.

Em 10 de outubro de 2019, a Fundação Renova encaminhou o OFI.NII.102019.8011-01 com questionamentos acerca da NT nº 46 GTA-PMQQS. Para entender e sanar tais questionamentos, no dia 16 de outubro de 2019 ocorreu uma reunião entre os integrantes do GTA-PMQQS e a Fundação Renova, em Brasília, nas dependências da Agência Nacional de Águas (Anexo 1). Observado a necessidade de alinhamentos entre o PMQQS e o Plano de Monitoramento Básico Ambiental (PMBA) da cláusula 165 do TTAC, também foram convidados os professores da Rede Rio Doce Mar (RRDM - atual responsável pelo PMBA).

Observado que a Fundação Renova não conseguiria dar procedimento ao processo de contratação da empresa/laboratório para o PMQQS sem os ajustes ainda necessários após a vistoria de campo e que o relatório anual elaborado no âmbito do PMBA poderia dar subsídios para que a revisão bi-anual do PMQQS fosse ainda mais robusta, o GTA-PMQQS optou por retirar da pauta da 42ª RO do CIF a NT nº 46 GTA-PMQQS e reapresentar a revisão após os ajustes necessários.

Isto posto, no mês de novembro foram realizadas vistorias em pontos que necessitavam de avaliação nos rios/córrego Mirandinha, Gualaxo do Norte, Carmo, Doce, Matipo, Piracicaba e Guandu e nos estuários de Caravelas, Mucuri, Ipiranga, Barra Nova, Reis Magos, Piraque-Açu, Rio -Riacho e Rio-Doce, como ilustra as NT nº 54 GTA-PMQQS e NT nº 55 GTA-PMQQS.

De posse das informações coletadas nas vistorias, o GTA-PMQQS reuniu-se com a Fundação Renova e a RRDM no dia 13 de dezembro de 2019, nas dependências do Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal (IDAF), em Vitória/ES, para finalizar a realocação dos pontos de amostragem que integrarão o PMQQS (Anexo 2). Também participou desta reunião o Ministério Público, através da presença por videoconferência da Ana Carolina Wosiack(Lactec).

Observado todo o processo de construção acima supracitado, segue nesta Nota as propostas de Readequação para a Revisão Bi-anual do PMQQS.

2. PROPOSTAS DE ADEQUAÇÃO DA REVISÃO DO PMQQS

2.1 – Alterações de Caráter Geral

Na Nota Técnica nº 46, o GTA relata que durante o Seminário de Revisão do PMQQS foi identificado como altamente relevante a necessidade de estabelecimento de uma estratégia para a comunicação dos dados do Programa, e da informação gerada a partir desses dados, aos diferentes interessados.

Nesse sentido, o GTA-PMQQS recomendou ao CIF que solicite à Fundação Renova que implemente uma plataforma online (página na web) agregando os dados brutos/consistidos gerados, com possibilidade de download, com os dados das estações automáticas em tempo “real”, com informações para usuários e tomadores de decisão, com Notas Técnicas relativas aos monitoramentos e outros documentos relacionados (artigos, normas, etc.), apresentados em linguagem clara e acessível para interessados com diferentes formações e necessidades de informação.

Esta plataforma deve ter um cadastro de acesso e um “fale conosco” para receber reclamações, sugestões e dúvidas, de forma a permitir a elaboração de estatísticas relativa aos usuários e melhoria do conteúdo.

Para operacionalizar essa iniciativa, que tem por objetivo permitir que os diversos interessados tenham amplo acesso aos dados do PMQQS e às informações geradas a partir dos dados de monitoramento, o GTA entende ser fundamental o envolvimento de profissionais de comunicação, com alguma experiência no tema de comunicação de dados técnicos, além de equipe de TI e especialistas da área de análise de dados de qualidade de água no desenvolvimento de tal plataforma.

Foi sugerido como exemplo o trabalho realizado na bacia hidrográfica Norte Americana de Chesapeake

(<https://www.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=1c929ee315874d999f90949710a6c19e>).

Considerando o volume e a diversidade dos dados gerados no âmbito do PMQQS, o GTA entende ser necessário o **estabelecimento de uma agenda** específica de reuniões, com a participação da equipe responsável pela elaboração da plataforma web, do GTA, da FRE, representantes de atingidos, dos municípios atingidos, da universidade e das câmaras técnicas do sistema CIF. Nestas reuniões serão identificadas as necessidades de informação, e definidos os formatos de divulgação e os conteúdos da plataforma.

Na NT nº 46 foi realçada a importância de reduzir o tempo entre as coletas e a entrega dos dados por parte da Fundação Renova, que nos procedimentos atuais chega a cinco meses. O GTA-PMQQS estima que 45 dias é tempo suficiente para que sejam disponibilizados os dados de parâmetros físicos e químicos e 90 dias para os dados biológicos e ecotoxicológicos recomendados nesta proposta.

O GTA-PMQQS encaminhou junto com a NT nº 46 GTA-PMQQS modelos de formato de planilhas eletrônicas, que deverão ser utilizadas para a disponibilização dos dados e meta dados do PMQQS. Serão duas planilhas, uma contendo informações sobre os pontos de monitoramento e outra

contendo informações sobre as coletas, Apêndices A e B da NT n° 46 GTA-PMQQS. As planilhas devem ser disponibilizadas em formato .csv, sem linhas ou campos vazios, e sem célula mesclada, e devem ter uma coluna com o código do ponto para que se possa estabelecer uma relação entre elas.

A planilha contendo a informação das coletas deve possuir uma coluna de status, à direita da coluna contendo os valores para cada parâmetro monitorado. O status refere-se ao metadado do parâmetro monitorado e deverá seguir uma numeração de modo a se ter uma planilha de coletas exclusivamente numérica. Parâmetros quantificados in situ devem ser apresentados como colunas (e não linhas) com seu nome (exemplo: pH in situ) e respectivo status. Associado a cada parâmetro monitorado devem ser apresentados os seguintes metadados: limite de quantificação do método analítico utilizado; e unidade de medida.

Os resultados analíticos de brancos e duplicatas devem ser apresentados em uma planilha separada, no mesmo formato da planilha contendo a informação das coletas.

O GTA-PMQQS recomendou ao CIF a interrupção da elaboração dos relatórios anual e trimestrais, mantendo-se apenas a elaboração do relatório de QA/QC, com frequência trimestral, para que seja garantida a qualidade dos dados gerados. Essa definição partiu do entendimento do GTA-PMQQS e das instituições que o integram de que o objetivo primordial do grupo é garantir a confiabilidade dos dados gerados pelo PMQQS, e que a análise sobre a qualidade da água na bacia do rio Doce e eventuais correlações com usos de recursos hídricos é de atribuição dos órgãos competentes.

2.2 – Alteração nos Pontos de Monitoramento

Observadas as colocações apresentadas nas NT n° 54 GTA-PMQQS e NT n° 55 GTA-PMQQS, que tratam da vistoria realizada pela GTA-PMQQS, as contribuições da RRDM e a análise dos objetivos deste programa, foram sugeridos os seguintes pontos adicionais e alterações nos pontos existentes a serem incorporados pelo PMQQS:

2.2.1. Pontos em Córrego e Rios

- Córrego Mirandinha

A Fundação Renova havia solicitado a inclusão de um ponto no córrego Mirandinha, em local onde não houvesse sido atingido pelos rejeitos de Fundão. Em vistoria, observou-se que o local sugerido pela Fundação Renova havia recebido rejeitos, e como deveriam subir muito o leito do córrego para encontrar ponto sem influência dos rejeitos e que a dificuldade de acesso impediria uma coleta mensal de forma segura, o GTA-PMQQS optou em não acatar o pedido da Fundação Renova.

- Rio Gualaxo do Norte

Manter o ponto RGN02, como proposto e considerando os ajustes de locação realizados em vistoria, renomeando para RGN02M

Manter o ponto RGN04;

Excluir os pontos RGN03 e RGN05;

Deslocar o RGN07.

- Rio do Carmo

Excluir o RCA03 e RCA06;

Deslocar o RCA05 para a jusante, renomeando para RCA05J, tal qual orientações da NT n° 55 GTA-PMQQS;

Continuar com o ponto RCA04. É sabido que a Fundação Renova está tendo problemas de acesso ao ponto. Entretanto, devido à importância deste ponto para o Programa e a inviabilidade de realocá-lo, a sugestão do GTA-PMQQS foi que a Fundação Renova busque medidas diplomáticas de sanar os problemas de acesso ao ponto, juntando evidências que busca retomar a coleta no mesmo;

- Rio Piracicaba

Excluir o ponto RPC01

Deslocar para próximo a foz o ponto RPC03, renomeando de RPC03J, de acordo com as orientações da NT n° 55 GTA-PMQQS;

- Rio Matipó

Deslocar o RMA01 para local coincidente com o ponto RDO21 do IGAM.

- Rio Corrente

A Fundação Renova havia solicitado inserção de pontos nesse rio, acatada num primeiro momento pelo GTA-PMQQS. Como em vistoria este rio não foi visitado e a sugestão de campo da Fundação Renova foi no rio Suaçuí Pequeno, este GTA-PMQQS entende que não há justificativa para inserção de pontos de monitoramento em nenhum destes corpos hídricos no âmbito deste programa.

- Rio Guandu

Inserir RGU02, tal qual descrito na NT n.º55 GTA-PMQQS.

- Rio Doce

RDO02: Manutenção do local e acrescentar coleta convencional manual;

RDO013: Excluir ponto;

Incluir um ponto adicional de monitoramento no rio Doce, no município de Conselheiro Pena, nomeando-o de RDO09J, tal qual orientação da NT n.º55 GTA-PMQQS;

Ajustar local para coletas e amostragem de descargas líquidas e sólidas, para um local a jusante do rio pequeno e a montante da ponte nova de Linhares;

Incluir pontos nos reservatórios das UHEs Risoleta Neves, Baguari, Aimorés e Mascarenhas, tal qual descrito na NT n.º55 GTA-PMQQS; A justificativa para a inserção destes pontos são:

- Demanda de todos os grupos do Seminário de Revisão Bi-anual do PMQQS, realizado em agosto de 2019 em Nova Lima/MG;

- Importância de conhecer e monitorar as características da água e sedimentos nos reservatórios, visto que estes são pontos preferências na deposição de sedimentos finos;
- Já se tem informações de qualidade a montante e jusante do reservatório, faltando dados destes para realizar análises mais rebuscadas sobre a qualidade ambiental do rio Doce e sobre a tendência destes;
- Os reservatórios das quatro usinas hidrelétricas situadas ao longo do rio Doce (Risoleta Neves, Baguari, Aimorés e Mascarenhas) têm relevância no processo de contenção do rejeito que se situa sedimentado no leito dos corpos hídricos. Mesmo que operem a fio d'água, os barramentos das referidas usinas funcionam como anteparos físicos para o transporte de sedimentos e, portanto, estes ambientes apresentam características diferenciadas em relação à qualidade da água. Em função da ocorrência de chuvas, por exemplo, o rejeito sedimentado poderá ser ressuspensionado para a coluna d'água, de modo a aumentar as concentrações de sólidos e de metais na água. Para subsidiar a compreensão desse processo e de suas consequências, o monitoramento destes reservatórios deverá ser acrescentado como parte do PMQQS (Programa de Monitoramento Quali-Quantitativo Sistemático), visto que seu objetivo é avaliar as tendências de qualidade da água ao longo dos anos após o desastre.
- Como parte do processo de licenciamento ambiental, esses empreendimentos realizam o automonitoramento da qualidade da água de seus reservatórios, bem como de áreas a montante e a jusante do barramento, ou seja, contam com histórico de monitoramento mesmo antes do rompimento da barragem de Fundão.

2.2.2. Pontos em Lagoas

- Lagoa Nova

Deslocar o ponto LNV03 para coincidir com o ponto E19 da cláusula 165; Renomear para LVN03R.

Deslocar o ponto LNV02 para o meio da lagoa e conseqüentemente, área mais profunda. Renomear para LNV02R.

- Lagoa Juparanã

Deslocar o ponto LJP02 para a área central da lagoa e com maior largura; Renomear para LJP02R.

- Lagoa do Limão

Alterar a localização do ponto LLM03 para coincidir com confluência dos braços superiores (355432,187;7836910); Renomear para LLM03R;

- Lagoa do Areão

Juntar seus pontos de coleta em um único, que tenha localização coincidente com o ponto E23 da cláusula 165; Renomear para LAO01R

- Lagoa Monsarás

Deslocar o ponto LMS02 para o meio da lagoa; Renomear para LMS02R.

2.2.3. Pontos em Estuários

- Estuário dos rios Caravelas (BA), Mucuri (BA) e Reis Magos (ES)

Excluir estes estuários do monitoramento realizado no âmbito do PMQQS, observado que neles não é possível identificar as melhorias realizadas na bacia do rio Doce, tal qual apresentado na NT n°54 GTA-PMQQS.

- Estuário do rio Ipiranga

Realocar o ponto ERI02 tal qual apresentado na NT n°54 GTA-PMQQS;

- Estuário Barra Nova/São Mateus

Realocar os pontos EBN01 e EBN02 tal qual apresentado na NT n°54 GTA-PMQQS;

- Estuário do Piraquê-Açu

Realocar o ponto EPA01 e EPA02 tal qual apresentado na NT n°54 GTA-PMQQS;

- Estuário do rio Riacho

Realocar o ponto ERR01 tal qual apresentado na NT n°54 GTA-PMQQS;

- Estuário do rio Doce

Realocar o ponto ERD01 tal qual apresentado na NT n°54 GTA-PMQQS;

- Estuário do rio Itaúnas

Reavaliar a localização dos pontos considerando o acesso ao estuário, e deslocar o ponto EIT02 para a montante;

- Estuário do rio Cricaré

Manter o ponto ECR02 e deslocar o ECR01 para montante, de forma a se distanciar da influência da ETA de Guriri;

2.3 – Alterações na Frequência de Coleta

- Alterar a periodicidade da coleta de testemunho para anual, ou seja, 12 meses. Inserir uma coleta de testemunho em cada estuário que permanecer no PMQQS, tal qual recomendação da NT n°54 GTA-PMQQS;
- Alterar a frequência de coleta de dados das estações automáticas de 30 minutos para 60 minutos.
- Alterar a frequência de amostragem de macroinvertebrados bentônicos dulcícolas para trimestral.

2.4 – Alterações nos Parâmetros Monitorados

1. Incluir coleta manual no ponto RDO 02 (deslocar para jusante, em local que permita o acesso), contemplando todos os parâmetros de água e sedimento, conforme Tabela Revisão PMQQS, no Apêndice C. Justificativa: monitoramento da saída da UHE Candonga.
2. Disponibilização das curvas-chave em uma aba da planilha geral de dados do PMQQS, de acordo com o modelo adotado pela Agência Nacional de Águas e a ser disponibilizado pelo GTA-PMQQS a Fundação Renova;
3. Nos pontos localizados na Zona Costeira retirar os parâmetros biológicos, quais sejam: fitoplâncton e bentos, com exceção do ponto RDO16, que permanece inalterado;
4. Nos pontos localizados na Região Estuarina retirar o parâmetro biológico fitoplâncton, com exceção do ponto RDO16, que permanece inalterado;
5. Eliminar as coletas e análises de perifíton do PMQQS, pois a malha amostral não é representativa e há dificuldade de padronização na metodologia.
6. Manutenção de todos os parâmetros de metais totais e dissolvidos, pois não há elementos técnicos que permitam deliberar sobre a retirada de metais neste monitoramento;
7. Eliminar as análises dos seguintes parâmetros nas matrizes água e sedimento: HCH (Alfa-HCH); HCH (Beta-HCH); HCH (Delta-HCH); HCH (Gama-HCH/Lindano); Clordano (Alfa); Clordano (Gama); DDD; DDE; DDT; Dieldrin; Endrin; Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos; e Bifenilas Policloradas.
8. Incluir amostragem e análise de macroinvertebrados bentônicos dulcícolas em todos os pontos de rios. Caso os pontos sejam alterados, manter as amostragens em todos os pontos que ficarem definidos.
9. Manter suspensão da análise do parâmetro chumbo 210, tal qual NT45 GTA-PMQQS, até retorno de metodologia analítica aplicável e viável pela Fundação Renova.
10. Manter a medição de pH de laboratório na matriz água, mas eliminar o valor de pH de laboratório da planilha de dados. Ou seja, apresentar na planilha apenas o dado de pH de campo. O pH de laboratório na matriz sedimento pode ser excluído. Justificativa: pH de água é um parâmetro de validação e por isso não pode ser removido.
11. Incrementar as análises de Arsênio com especificação de As^{+3} e As^{+5} , apenas nos pontos do Trecho 1 e nos pontos RDO11 e RDO12, nos meses de janeiro (período chuvoso) e agosto ou setembro (período seco);
12. Manter o parâmetro teor de carbonato somente em Estuário e Zona Costeira.
13. Incluir a medição de profundidade no local onde a coleta é realizada.
14. Manter análises de Material Particulado em Suspensão (MPS) de acordo com a metodologia atual.
15. Não alterar a metodologia de medição de descarga sólida, mantendo tal qual o recomendado.

16. Manter a aferição de condutividade nas secções de monitoramento e enviar os perfis mensurados junto com os relatórios trimestrais de QA/QC, para uma posterior avaliação por parte dos membros do GTA-PMQQS.
17. Inserir para os pontos de Estuários e Zona Costeira o parâmetro *enterococos*;
18. Para estuários com estratificação inferior a 10.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, recomenda-se que seja realizada somente a coleta de água na profundidade de 50cm do fundo;
19. Em Estuários e Zona Costeira, deverão ser monitorados água bruta com frequência mensal, sedimentos trimestral e ecotoxicidade com frequência semestral.
20. Nos sedimentos, em todos os ambientes, manter todos os metais, fenóis e para orgânicos apenas análises do somatório de PCB e HPA.

2.5 – Alterações do escopo da Avaliação Ecotoxicológica

- Em relação à periodicidade das campanhas de avaliação ecotoxicológica crônica em ambiente estuarino e zona costeira, estas devem ocorrer semestralmente, sendo uma coleta em período chuvoso e outra coleta em período seco e em caso de eventos meteorológicos excepcionais, capazes de remobilizar o sedimento de fundo, coletas adicionais deverão ser realizadas. Em rios e lagoas a periodicidade permanece trimestral. Quanto à avaliação ecotoxicológica aguda, esta deve ser realizada semestralmente e também em caso de evento meteorológico excepcional coletas adicionais deverão ser executadas. Deve-se verificar com a RRDM e demais especialistas um protocolo que caracterize os eventos meteorológicos excepcionais
- Em relação à profundidade de coleta de água deve-se amostrar em rios a profundidade 1 (50 cm abaixo da superfície); em lagoa deve-se amostrar a profundidade 1 e 3 (50 cm acima do substrato de fundo), exclui-se a profundidade 2 atualmente realizada; em estuário e zona costeira deve-se amostrar a profundidade 3 (50 cm do substrato de fundo).
- Em relação à malha amostral:
 - Em rios fica estabelecida a eliminação das 11 estações amostrais em que atualmente apenas se realizam análise na matriz água: RVD03; RVD04; RGN02; RGN03; RGN05; RGN07; RCA03; RCA04; RCA05 e RCA06. Permanecem os demais pontos de rios e lagoas em que se realiza a avaliação ecotoxicológica.
 - Em estuário e zona costeira: realizar coletas nas estações da região do estuário e foz do rio Doce (setores central, norte e sul).

- Em relação à definição dos ensaios ficam estabelecidos:

AMBIENTE ESTUARINO E ZONA COSTEIRA		
ÁGUA	SEDIMENTO	
	ELUTRIATO	INTEGRAL
<i>Skeletonema costatum</i> - ABNT/NBR 16181: Ecotoxicologia aquática — Toxicidade crônica — Método de ensaio com microalgas marinhas;	<i>Skeletonema costatum</i> - ABNT/NBR 16181: Ecotoxicologia aquática — Toxicidade crônica — Método de ensaio com microalgas marinhas;	Avaliar efeito agudo e crônico: <i>Nitokra</i> sp - Testes de toxicidade com sedimento total e água intersticial estuarinos utilizando copépodos bentônicos (G.R. Lotufo & D.M.S Abessa).
<i>Echinometra lucunter</i> - ABNT/NBR 15350: Ecotoxicologia aquática - toxicidade crônica de curta duração - método de ensaio com ouriço-do-mar. <i>Echinometra lucunter</i> : Teste de fertilização de gametas de ouriço-do-mar <i>Echinometra lucunter</i> [MASTROTI, R. 2002. Testes de toxicidade com gametas de ouriço do mar (fertilização). In: Nascimento, I.A., Sousa, E.C.P.M., Nipper, M.G. Métodos em Ecotoxicologia Marinha: Aplicações no Brasil, Artes Gráficas e Indústria Ltda, São Paulo, 515-162 p.]	<i>Echinometra lucunter</i> - ABNT/NBR 15350: Ecotoxicologia aquática - toxicidade crônica de curta duração - método de ensaio com ouriço-do-mar. <i>Echinometra lucunter</i> : Teste de fertilização de gametas de ouriço-do-mar <i>Echinometra lucunter</i> [MASTROTI, R. 2002. Testes de toxicidade com gametas de ouriço do mar (fertilização). In: Nascimento, I.A., Sousa, E.C.P.M., Nipper, M.G. Métodos em Ecotoxicologia Marinha: Aplicações no Brasil, Artes Gráficas e Indústria Ltda, São Paulo, 515-162 p.]	
Misidáceo - ABNT/NBR 15308: Ecotoxicologia aquática — Toxicidade aguda — Método de ensaio com misídeos (Crustacea);	Misidáceo - ABNT/NBR 15308: Ecotoxicologia aquática — Toxicidade aguda — Método de ensaio com misídeos (Crustacea);	

AMBIENTE DULCÍCOLA		
ÁGUA	SEDIMENTO	
	ELUTRIATO	INTEGRAL
Algas verdes - ABNT/NBR 12648:2018 Ecotoxicologia aquática — Toxicidade crônica — Método de ensaio com algas (Chlophyceae);	Algas verdes - ABNT/NBR 12648:2018 Ecotoxicologia aquática — Toxicidade crônica — Método de ensaio com algas (Chlophyceae);	Avaliar efeito agudo e crônico: <i>Hyalella</i> spp - ABNT/NBR 15470:2013 Ecotoxicologia aquática — Toxicidade aguda e crônica — Método de ensaio com <i>Hyalella</i> spp (Amphipoda) em sedimentos;
<i>Ceriodaphnia</i> spp - ABNT/NBR 13373:2017- Ecotoxicologia aquática — Toxicidade crônica — Método de ensaio com <i>Ceriodaphnia</i> spp (Crustacea, Cladocera);	<i>Ceriodaphnia</i> spp - ABNT/NBR 13373:2017- Ecotoxicologia aquática — Toxicidade crônica — Método de ensaio com <i>Ceriodaphnia</i> spp (Crustacea, Cladocera);	
<i>Daphnia</i> spp - ABNT/NBR 12713:2016- Ecotoxicologia aquática — Toxicidade aguda — Método de ensaio com <i>Daphnia</i> spp (Crustacea, Cladocera);	<i>Daphnia</i> spp - ABNT/NBR 12713:2016- Ecotoxicologia aquática — Toxicidade aguda — Método de ensaio com <i>Daphnia</i> spp (Crustacea, Cladocera);	

- As estações na Lagoa Monsarás devem ser consideradas dentro do ambiente estuarino/zona costeira devido à salinidade do ambiente.
- Em relação especificamente aos ensaios agudos, estes devem ser realizados em pontos específicos da malha amostral. Devem permanecer a avaliação ecotoxicológica aguda nos 4 pontos do rio atualmente realizados: RDO01, RGN06, RGN08 e RCA02, além dos pontos RGU01 (afluente próximo à divisa de MG com ES), RDO11 e RDO13 (na calha do Rio, antes e depois da barragem de Mascarenhas, na região de Colatina), RDO 16 (na calha do Rio, próximo à região estuarina), além de pontos na foz (norte, sul e centro). Em relação ao ambiente lêntico, deve-se permanecer a avaliação ecotoxicológica aguda na lagoa do Limão, na lagoa do Areão e na lagoa Monsarás, nas demais lagoas que atualmente são realizados os ensaios, o GTA-PMQQS pode eventualmente solicitar em caso de evento crítico excepcional.
- Deve-se verificar com a RRDM e demais especialistas um protocolo que caracterize os eventos meteorológicos excepcionais.

2.6 – Controle de Qualidade

Todos os procedimentos atuais de controle de qualidade dos processos amostral e de laboratório deverão ser mantidos, observando a continuidade dos brancos laboratoriais e de campo, assim como duplicatas e parâmetros inseridos para o cálculo do balanço iônico. Assim como a manutenção dos relatórios de QA/QC nos moldes atualmente realizados.

3. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Esta Nota Técnica apresenta a Readequação da Revisão Bi-anual do PMQQS tendo como base o documento “Recomendações para revisão do PMQQS”, elaborado pela Fundação Renova, bem como as contribuições dos presentes no Seminário de Revisão Bi-anual do PMQQS, reuniões realizadas entre GTA-PMQQS com Fundação Renova e Professores da Rede Rio Doce Mar e posterior avaliação do GTA-PMQQS.

Além da revisão do Programa, com alteração de pontos, parâmetros e frequência, conforme Apêndice C, o GTA-PMQQS reforça a necessidade de dar tempestividade à divulgação dos dados gerados no âmbito do PMQQS, tanto para outras Câmaras Técnicas quanto para a sociedade. Desta forma, recomenda ao CIF que solicite à Fundação Renova a apresentação do fluxograma contendo todos os processos envolvidos na disponibilização dos dados, identificando os principais pontos críticos e sugestões para redução do tempo envolvido desde a coleta até a validação e qualificação dos dados.

Dessa forma, o GTA encaminha a presente Nota Técnica e seus Apêndices ao CIF para apreciação, recomendando que o processo de revisão do PMQQS contemple os elementos propostos nesta Nota Técnica.

Ressalta-se que os demais pontos, parâmetros e frequências de amostragem, não citados nesta NT devem ser mantidos em sua situação atual, sem alteração.

Este GTA-PMQQS reforça ainda que é necessário o alinhamento metodológico e de coleta entre as equipes que implementam este Programa e os que atuam no Programa Básico de Monitoramento Ambiental (PMBA), visto que os dados gerados pelo PMQQS subsidiam outras coletas no PMBA. Para tal, sugere que seja previsto uma campanha de campo com as duas equipes, para todos os ambientes e matrizes monitoradas. Este alinhamento deverá ser pensando em conjunto pelo GTA-PMQQS, CT-SHQA, CT-Bio, RRDM e Fundação Renova.

Outra ação que deverá ser pensada pela Fundação Renova, uma vez que não teremos mais relatórios anuais, é a realização de um workshop para análise objetiva dos dados gerados tanto pelo PMQQS quanto pelo PMBA, onde os integrantes deste programas possam se reunir e elaborar um documento executivo com as principais conclusões que o monitoramento permite apontar. A realização deste workshop deverá ser no segundo semestre, após a disponibilização e validação de todos os dados dos três primeiros anos do PMQQS e antes do aniversário de 5 anos de rompimento da barragem de Fundão. A organização do mesmo e metodologia deverá ser definido em reunião com o GTA-PMQQS e a Fundação Renova.

Equipe Técnica responsável pela elaboração da Nota Técnica:

- Ana Carolina Wosiack (MPF);
- Tiago Suckow da Silva Guimarães (MPF);
- Ana Paula Fernandez (IBAMA);
- Felipe Santos Hastenreiter (IEMA)
- Emilia Brito (IEMA);
- Geovane Sartori (AGERH)

- Gilberto Arpini Sipioni (IEMA);
- Heitor Moreira (IGAM)
- Maria Dulce Chicayban Monteiro de Castro (IBAMA);
- Thatiana Cappi da Costa (IEMA);
- Maria Regina Gonçalves de Souza Soranna (ICMBio);

Nota Técnica aprovada em 13/12/2019

MAURREM

RAMON VIEIRA

Assinado de forma digital
por MAURREM RAMON
VIEIRA

Dados: 2020.01.08
10:57:23 -02'00'

Maurrem Ramon Vieira

Coordenação do GTA PMQQS

Nota Técnica N° 80 do Grupo Técnico de Acompanhamento do Programa de Monitoramento Quali - Quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos do rio Doce, Zona Costeira e Estuários, instituído pelo Comitê Interfederativo – Termo de Transação e Ajustamento de Conduta.

Brasília, 22 de março de 2021.

Assunto: Atualização dos Validadores e Qualificadores aplicáveis aos dados gerados no Programa de Monitoramento Quali - Quantitativo Sistemático (PMQQS) de Água e Sedimentos do rio Doce, Zona Costeira e Estuários.

1. Introdução

Em cumprimento às cláusulas 177, 178 e 179 do Termo de Transação de Ajustamento de Conduta (TTAC), a Fundação Renova implementou e mantém em operação uma rede de monitoramento quali-quantitativo de água e sedimentos dos trechos de rios da bacia hidrográfica do rio Doce impactados pelo rompimento da barragem de Fundão, pertencente à Samarco SA, e alguns afluentes, além de estuários e zona costeira. O monitoramento realizado pela Fundação Renova é dividido em duas frentes, sendo: monitoramento convencional; e monitoramento automatizado com transmissão telemétrica dos dados.

Além do monitoramento realizado pela Fundação Renova, os estados de Minas Gerais e Espírito Santo realizam monitoramento das águas superficiais da bacia do rio Doce desde 1997 (MG) e 2004 (ES).

No monitoramento convencional são realizadas análises de parâmetros físicos, químicos e biológicos nas matrizes de água bruta e sedimento, material particulado em suspensão, granulometria de sedimentos, macroinvertebrados bentônicos, ensaios ecotoxicológicos, fitoplâncton, descarga líquida e descarga sólida.

Na Deliberação do Comitê Interfederativo (CIF) n° 77 foi instituído o Grupo Técnico de Acompanhamento do Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos (GTA-PMQQS), que por sua vez tem como finalidade consolidar e analisar os dados gerados pela Fundação Renova no âmbito do PMQQS, os quais serão utilizados pelas Câmaras Técnicas (CTs) em suas atividades específicas. O GTA entende que o objetivo principal do PMQQS, como uma rede de monitoramento, é gerar dados confiáveis que possam ser utilizados pelos diversos tipos de públicos, especialmente as Câmaras Técnicas, os comitês de bacia e universidades.

Para disponibilização e utilização dos dados gerados no âmbito do PMQQS, desde 2018 critérios de validação e qualificação foram estipulados pelo GTA-PMQQS, com o objetivo de garantir a qualidade dos dados.

Como os procedimentos para a garantia da qualidade (QA) e controle de qualidade (QC) das amostragens e das análises laboratoriais foram definidos no Programa e estão também contemplados em sua revisão, o GTA considera que os requisitos relativos a certificação dos laboratórios envolvidos e ao treinamento das equipes de coleta já são atendidos através da apresentação do escopo de acreditação dos laboratórios

responsáveis pelas análises e os certificados de participação dos técnicos de campo nos treinamentos para os procedimentos de campo, salvo exceções acordadas com o Cif.

Observado o acima exposto, esta Nota Técnica visa atualizar os procedimentos para validação e qualificação dos dados brutos obtidos pela rede de monitoramento convencional tal como apresentado na Nota Técnica nº 16 do GTA PMQQS. Espera-se que, ao fim do processo, obtenha-se um banco com dados válidos e qualificados, aptos para ampla utilização.

2. Definição de Critérios para Análise de Consistência dos Dados do PMQQS

Para a definição dos critérios aplicáveis aos diversos ambientes monitorados no PMQQS, o GTA levantou bibliografia pertinente, recorreu às equações de balanço de massa e cargas e às limitações imputadas a cada parâmetro, como por exemplo, o limite de quantificação de pH para os ambientes estudados. Desta forma, para cada critério abaixo listado, foi definido para quais parâmetros devem ser aplicados e em quais ambientes.

Os critérios foram divididos em validadores e qualificadores. O primeiro se refere a critérios que definem se o dado é válido e deve ser mantido no banco de dados, ou é inválido e, portanto, deve ser descartado. O segundo se refere a critérios que não invalidam o dado, mas identificam valores anômalos em relação à série histórica, ao balanço de massa etc, e por isso devem ser identificados.

O processo de validação e qualificação consiste em, primeiramente, aplicar ao dado avaliado os critérios de validação e, após isto, caso este dado atenda aos critérios de validação, aplicar os critérios de qualificação. O fluxograma geral do processo de validação e qualificação está apresentado no **Apêndice 1**.

2.1. Validadores

Para esta Nota Técnica, definem-se como validadores os critérios a serem aplicados aos dados apresentados, sendo seu papel identificar eventuais dados inválidos e, neste caso, removê-los do banco de dados de forma a garantir a integridade deste banco.

Se o dado atender a todos os critérios de validação, esse dado será considerado válido. Caso o dado não atenda a algum validador, devem-se realizar as seguintes verificações antes de removê-lo do banco de dados:

1. Checar o laudo laboratorial para verificar novamente se não houve erro de transcrição para o banco de dados. Caso houver erro, o dado deverá ser modificado;
2. Solicitar repetição da análise para aqueles casos em que o prazo da análise ainda permita. Caso o resultado da nova análise for diferente da anterior, o dado deverá ser atualizado com o novo valor.

Caso as verificações acima mudem o valor do dado, este deve passar novamente por **todos os validadores**. Por outro lado, se as duas condições acima não mudarem o dado analisado, este deverá ser considerado inválido e, portanto, removido do banco de dados.

O fluxograma do processo de validação está apresentado no **Apêndice 2**.

Somente para efeito de cálculo dos critérios, nos casos em que o valor do parâmetro for menor ou igual ao limite de quantificação, o dado deverá assumir o valor do limite de quantificação. Por exemplo, um dado cujo limite de quantificação do parâmetro seja 0,002mg/L, e o resultado analítico para a amostra foi [parâmetro] < 0,002mg/L, o dado deverá assumir o valor [parâmetro]=0,002mg/L. Isto não se aplica para o critério V4. Neste caso, se o valor dos parâmetros Sólidos Suspensos Totais; Sólidos Dissolvidos Totais ou Sólidos Totais estiver abaixo do limite de quantificação, o validador não é aplicável.

2.1.1. VALIDADOR 1 (V1)

O Validador 1 deve ser aplicado para todos os ambientes estudados no PMQQS, a saber: águas interiores, estuários e zona costeira; e para todos os parâmetros que sejam mensurados na sua forma total e dissolvida.

O V1 tem como objetivo conferir se o total mensurado de determinado parâmetro é maior ou igual ao mensurado na sua forma dissolvida, como ilustra a Equação 01.

$$\text{Limite de Quantificação} \leq [\text{Parâmetro (dissolvido)}] \leq 1,2 \times [\text{Parâmetro (total)}] \quad \text{Equação 01}$$

Se a Equação 01 não for atendida, os dados de concentração do parâmetro (dissolvido) e do parâmetro (total) deverão ser descartados.

2.1.2. VALIDADOR 02 (V2)

O Validador 2 é aplicável para todos os ambientes estudados no PMQQS. A diferença entre o pH mensurado em campo e em laboratório deverá ser menor que 1, em módulo, como apresenta a Equação 02.

$$|pH_{\text{campo}} - pH_{\text{laboratório}}| \leq 1 \quad \text{Equação 02}$$

Se a Equação 02 não for atendida, o $pH_{\text{laboratório}}$ deve ser descartado.

2.1.3. VALIDADOR 03 (V3)

O Validador 03 deve ser aplicado à condutividade elétrica para todos os ambientes estudados no PMQQS. Este V3 observa a convergência dos dados mensurados *in situ* e no laboratório, como ilustra a Equação 03.

$$0,85 \leq \left(\frac{\text{Condutividade Elétrica}_{\text{in situ}}}{\text{Condutividade Elétrica}_{\text{laboratório}}} \right) \leq 1,15 \quad \text{Equação 03}$$

Se a Equação 03 não for atendida, a $\text{Condutividade Elétrica}_{\text{laboratório}}$ deve ser descartada.

2.1.4. VALIDADOR 04 (V4)

O Validador 04 deve ser aplicado para sólidos totais, sólidos suspensos totais e sólidos dissolvidos totais, para todos os ambientes estudados no PMQQS. Ele observa a convergência dos dados calculados e mensurados no laboratório, como ilustra a Equação 04.

$$0,92 \leq \left(\frac{\text{Sólidos Totais}}{\text{Sólidos}_{\text{Suspensos totais}} + \text{Sólidos}_{\text{Dissolvidos totais}}} \right) \leq 1,12 \quad \text{Equação 04}$$

Se a Equação 04 não for atendida, o dado referente a Sólidos Dissolvidos Totais deve ser descartado.

2.1.5. VALIDADOR 05 (V5)

O Validador 05 deve ser aplicado em todos os ambientes para verificação se os valores mensurados de pH estão compreendidos na faixa de valores ambientalmente possíveis, como ilustra a Equação 05.

$$0 \leq \text{pH} \leq 14 \quad \text{Equação 05}$$

Se a Equação 05 não for atendida, o dado referente a pH deve ser descartado.

2.1.6. VALIDADOR 06 (V6)

O Validador 06 deve ser aplicado em todos os ambientes para verificação se os valores mensurados de Oxigênio Dissolvido estão abaixo do limite superior possível de ser encontrado em ambiente natural, tal como ilustra a Equação 06.

$$[\text{Oxigênio Dissolvido}] \leq 15 \text{ mg/L} \quad \text{Equação 06}$$

Se a Equação 06 não for atendida, o dado referente a oxigênio dissolvido deve ser descartado.

2.1.7. VALIDADOR 07 (V7)

O Validador 07 deve ser aplicado em todos os ambientes para verificação se os valores mensurados *in situ* de temperatura estão abaixo do limite superior possível de ser encontrado em ambiente natural, tal como ilustra a Equação 07.

$$\text{Temperatura da Água} \leq 35 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad \text{Equação 07}$$

Se a Equação 07 não for atendida, o dado referente a temperatura deve ser descartado. Nos casos em que os parâmetros oxigênio dissolvido, pH e condutividade elétrica, tenham sido determinados com o mesmo equipamento, estes também devem ser descartados, visto que, para a obtenção destes parâmetros em campo é utilizada a temperatura para a sua compensação.

2.1.8. VALIDADOR 08 (V8)

O Validador 08 é aplicável em ensaios de toxicidade, observando se, ao término do período do ensaio ecotoxicológico, os resultados atendem determinados requisitos. Abaixo, estão descritos os requisitos aplicáveis a cada ensaio realizado no âmbito do PMQQS de acordo com as respectivas normas técnicas. Destaca-se que este V8 deve ser aplicado para águas superficiais e sedimentos, uma vez que os organismos-teste são próprios para análise destes ambientes. Na hipótese do resultado apresentado não ser atendido pelo V8, o dado deve ser descartado.

V8a) *Ceriodaphnia dubia* (ABNT/NBR 13.373:2017)

Os resultados são considerados válidos se, no término do período de ensaio:

- Letalidade dos organismos adultos no controle $\leq 20\%$
- Número médio de neonatos no controle $\geq 15\%$

V8b) *Chlorophyceae* (ABNT/NBR 12.648:2018)

O ensaio deve ser considerado válido conforme:

a) o aumento da biomassa algácea média do controle for no mínimo:

- 16 vezes superior à biomassa inicial, para 72 h $\pm$ 2 h de exposição; ou
- 100 vezes superior à biomassa inicial, para 96 h $\pm$ 2 h de exposição; ou
- 30 vezes superior à fluorescência inicial, para 72 h $\pm$ 2 h de exposição;

b) o coeficiente de variação da biomassa algácea entre as réplicas do controle for menor ou igual a 20 %.

V8c) *Daphnia similis* (ABNT/NBR 12.713:2016)

Os resultados são considerados válidos se ao término do período de ensaio o percentual de organismos imóveis no controle for menor ou igual a 10%.

V8d) *Hyalella spp* (ABNT/NBR 15.470:2013)

Os resultados dos ensaios são considerados válidos quando, ao término do período de exposição, a porcentagem de organismos-teste mortos no controle for inferior ou igual a 20%.

V8e) *Skeletonema costatum* (ABNT/NBR-16181:2013)

O ensaio é considerado válido se ao final:

- a densidade celular do controle estiver 16 vezes maior. Este aumento corresponde a uma taxa de crescimento específico maior que $0,9 \text{ d}^{-1}$. A taxa de crescimento das algas, sob as condições especificadas, pode variar entre diferentes espécies;

NOTA: Taxas de crescimento acima de $1,0 \text{ d}^{-1}$ são normalmente obtidas com *Skeletonema costatum* e *Phaeodactylum tricornutum*.

- o coeficiente de variação das taxas de crescimento do controle não exceder 7 %;
- a variação do pH no controle não exceder mais de uma unidade.

V8f) *Echinometra lacuniter* – organismo (ABNT/NBR 15350:2020)

Os resultados são considerados válidos se, no término do período de ensaio, a porcentagem de *pluteus* normais no controle for superior ou igual a 80%.

V8g) Misidáceo (ABNT/NBR: 15308:2017)

Os resultados são considerados válidos se, no término do período de ensaio, atenderem aos seguintes requisitos:

- a letalidade dos organismos no controle for inferior ou igual a 10 %; e
- a CL50– 96 h da substância de referência, nos ensaios de sensibilidade com a substância de referência (ver 4.4.5), estiver em conformidade com o Anexo C de carta-controle.

V8h) *Nitokra sp* (LOTUFO & ABESSA)

Os resultados provenientes de testes de toxicidade com copépodes podem ser classificados como tóxicos caso estejam de acordo com os seguintes requisitos:

- Se a sobrevivência ou mortalidade e/ou fecundidade da amostra for diferente do mesmo parâmetro obtido para o controle; e, necessariamente,
- Se existir uma diferença mínima de 20% entre a média obtida para controle e a amostra testada (de acordo com o princípio da DSM – diferença significativa mínima).

Se o resultado não atender a um ou nenhum dos dois requisitos acima, a amostra deve ser considerada não tóxica.

2.1.9 QUALIFICADORES

Para esta Nota Técnica, define-se como qualificador um critério que avalia a consistência do dado a partir de: i) equações que relacionam grupos de parâmetros, tendo em conta o balanço de massa e o balanço de cargas; ii) a série histórica; os resultados obtidos pelo(s) laboratório(s) nos ensaios de proficiência por intercalibração laboratorial; e iii) as características do ambiente. Os critérios de qualificação não invalidam o dado, mas identificam valores anômalos.

No processo de qualificação, caso um grupo de valores de parâmetros (dados) não atenda a um critério definido pelo qualificador, devem ser feitas as seguintes verificações:

1. Checar o laudo laboratorial para verificar novamente se não houve erro de transcrição no banco de dados. Caso houver erro, o dado deve ser modificado;

2. Solicitar repetição da análise para aqueles casos em que o prazo da análise ainda permita. Caso o resultado da nova análise seja diferente da anterior, o dado deve ser atualizado com o novo valor.

Caso as verificações acima acarretem modificação no valor do parâmetro (dado), este deve passar novamente por todos os Validadores e Qualificadores. Caso contrário, o dado é considerado válido e deve ser adicionado ao banco de dados, porém este deverá ser destacado e marcado com o qualificador não atendido. Assim, não se deve dizer que o dado foi qualificado ou desqualificado, para não dar margem a juízos de valor, mas apenas dizer que o dado foi marcado com o qualificador X.

O fluxograma do processo de qualificação está apresentado no **Apêndice 3**.

2.1.9.1 QUALIFICADOR 01 (Q1)

O Qualificador 01 compara o valor mensurado do parâmetro no PMQQS com as concentrações máxima e mínima já observadas na série histórica naquele ponto de monitoramento, tal qual ilustram as Equações 08 e 09.

$$[\text{Parâmetro}_{\text{PMQQS}}] > [\text{Máxima Parâmetro}_{\text{Série Histórica}}] \quad \text{Equação 08}$$

$$[\text{Parâmetro}_{\text{PMQQS}}] < [\text{Mínima Parâmetro}_{\text{Série Histórica}}] \quad \text{Equação 09}$$

Este qualificador é aplicado apenas quando houver série histórica para o ponto de monitoramento, observando-se a sazonalidade (por trimestre) e utilizando-se dados pretéritos a outubro de 2015. Os valores máximos e mínimos a serem observados para a aplicação deste critério são aqueles fornecidos com a Nota Técnica n.º 16 GTA-PMQQS.

2.1.9.2 QUALIFICADOR 02 (Q2)

O Qualificador 02 tem como objetivo conferir se o total mensurado de determinado parâmetro é maior ou igual à soma do valor mensurado em suas frações, como ilustra a Equação 10.

$$1,2 \times \text{Parâmetro (total)} \geq \sum (\text{Parâmetro}_{\text{Fração 1}} + \text{Parâmetro}_{\text{Fração 2}} + \dots) \quad \text{Equação 10}$$

O Qualificador 02 deve ser aplicado para todos os ambientes estudados no PMQQS, a saber, águas interiores, estuário e zonas costeiras, e para os sólidos (sólidos totais, sólidos dissolvidos totais e sólidos suspensos totais), a série do nitrogênio (nitrogênio total Kjeldahl, nitrito, nitrogênio orgânico e nitrogênio amoniacal total), e o ferro (ferro total, ferro²⁺ e ferro³⁺). Caso o dado analisado não siga a Equação 10, o dado deverá ser marcado com este qualificador.

2.1.9.3 QUALIFICADOR 03 (Q3)

O Qualificador 03 observa se o valor mensurado de pH para os ambientes estudados no PMQQS está de acordo com a escala usualmente observada na bibliografia publicada

para estes mesmos ambientes. Para águas interiores (rios e lagoas) o valor mensurado de pH deve atender a Equação 11.

$$5 \leq pH_{\text{águas interiores}} \leq 10 \quad \text{Equação 11}$$

Para estuários e zona costeira o valor mensurado de pH deverá atender a Equação 12.

$$6,5 \leq pH_{\text{estuário e zona costeira}} \leq 8,5 \quad \text{Equação 12}$$

2.1.9.4 QUALIFICADOR 04 (Q4)

O Qualificador 04 observa se o princípio da eletroneutralidade da água está sendo respeitado, a partir da avaliação das cargas elétricas associadas aos diversos íons monitorados. Este Q4 é aplicável apenas para águas interiores.

Os cátions obrigatórios são: cálcio, magnésio e sódio em solução. Os ânions obrigatórios são: alcalinidade total, cloreto e sulfato.

Tanto os ânions quanto os cátions relatados acima são apresentados em miligramas por litro, e devem ser convertidos para miliequivalentes por litro. Na Tabela 1 são apresentados os fatores de conversão de miligramas por litro (mg/L) para miliequivalentes por litro (meq/L).

Tabela 1. Fatores de conversão de mg/L para meq/L

<i>Fator de conversão para meq/L</i>	<i>Parâmetros</i>
0,99216	Acidez
0,01998	Alcalinidade
0,11119	Alumínio
0,01639	Bicarbonato
0,01252	Brometo
0,0499	Cálcio
0,03333	Carbonato
0,02821	Cloreto
0,03581	Ferro (II)
0,05264	Fluoreto
0,99216	íon de hidrogênio (acidez)
0,05372	Ferro (III)
0,08229	Magnésio
0,0364	Manganês (II)
0,07139	Nitrogênio amoniacal, como N
0,071	nitrogênio nitrato, como N

0,071	nitrogênio nitrito, como N
0,071	nitrito + nitrato, como N
0,09686	Fosfato ou orto fosfato, como P
0,02558	Potássio
0,0435	Sódio
0,02082	Sulfato
0,06238	Sulfeto

Para calcular miliequivalentes por litro, multiplica-se a concentração do constituinte em miligramas por litro (mg/L) pelo fator listado na tabela acima. Se a concentração do constituinte for relatada em microgramas por litro (µg/L), então a concentração deve ser convertida em miligramas por litro dividindo a concentração relatada por 1000 antes de aplicar o fator de conversão da tabela acima.

O algoritmo para cálculo da diferença percentual do balanço iônico é dado pela Equação 13:

$$\text{Diferença Percentual} = \frac{\left[\sum \text{Cátions} \left(\frac{\text{meq}}{\text{l}} \right) - \sum \text{Ânions} \left(\frac{\text{meq}}{\text{l}} \right) \right]}{\left[\sum \text{Cátions} \left(\frac{\text{meq}}{\text{l}} \right) + \sum \text{Ânions} \left(\frac{\text{meq}}{\text{l}} \right) \right]} \times 100 \quad \text{Equação 13}$$

A diferença percentual calculada é comparada com um critério de aceitação definido pelo algoritmo da Equação 14:

$$\text{Critério de aceitação} = \frac{8,8}{\left[\sum \text{Cátions} \left(\frac{\text{meq}}{\text{l}} \right) + \sum \text{Ânions} \left(\frac{\text{meq}}{\text{l}} \right) \right]} + 1,54 \quad \text{Equação 14}$$

Os dados envolvidos no cálculo deste qualificador devem ser marcados quando a diferença percentual for maior que o critério de aceitação. Se o critério de aceitação for igual ou inferior a 4%, o valor padrão será de 4%.

Existem componentes adicionais que, se estiverem presentes nas análises da amostra, devem ser incluídos no balanço iônico.

Os cátions adicionais, na fração dissolvida - potássio, ferro, manganês, alumínio, lítio, zinco, bário, estrôncio, cobre, chumbo e molibdênio - se presentes nas amostras com concentrações superiores ou iguais às concentrações indicadas na Tabela 2, devem ser adicionados ao balanço iônico como cátions em miliequivalentes, e se o pH da amostra for inferior a 4.

Tabela 2. Concentrações mínimas dos constituintes para inclusão no cálculo do balanço catiónico.

Concentração	Constituinte (mg/L)
Alumínio dissolvido	0,45
Ferro dissolvido	0,93
Lítio dissolvido	0,35
Manganês dissolvido	0,69
Zinco dissolvido	1,63
Bário dissolvido	3,4
Estrôncio dissolvido	2,2
Cobre dissolvido	1,59
Chumbo dissolvido	5,18
Molibdênio dissolvido	0,8

Nas amostras onde o pH é inferior a 4, verifica-se se há determinação de acidez. Se a acidez for determinada, converte-se a concentração de íons de hidrogênio de miligramas por litro em miliequivalentes por litro usando o fator da Tabela 1. A acidez é adicionada à porção de cátions para o cálculo do balanço.

Se o pH da amostra for inferior a 4 e a acidez não foi determinada, a tabela a seguir deve ser utilizada para estimar os miliequivalentes por litro de hidrogênio associado ao pH da amostra o qual é adicionado à porção de cátions para o cálculo do balanço.

Tabela 3. Fator de conversão da $[H^+]$ para miliequivalente em função do pH

Faixa de pH	Íon hidrogênio em miliequivalentes / litro
4,25 - 3,85	0,1
3,80 - 3,60	0,2
3,55 - 3,50	0,3
3,45 - 3,40	0,4
3,35 - 3,30	0,5
3,25 - 3,20	0,6
3,15	0,7
3,1	0,8
3,05	0,9
3,0	1,0
2,95	1,1
2,9	1,3
2,85	1,4
2,8	1,6
2,75	1,8
2,70	2,0

Os ânions adicionais que, se analisados, devem ser adicionados ao balanço iônico são: nitrato e nitrito como N, brometo e fluoreto nas amostras.

Caso um constituinte utilizado no cálculo do balanço de cargas apresentar resultado inferior ao limite de quantificação, deve-se considerar o valor do limite de quantificação para o cálculo do balanço de cargas.

2.1.9.5 QUALIFICADOR 05 (Q5)

O Qualificador 05 observa o desempenho dos laboratórios contratados em ensaios de proficiência, especialmente em relação aos parâmetros monitorados no PMQQS. Ressalta-se que a participação dos laboratórios em atividades de ensaio de proficiência é um dos mecanismos de controle da qualidade dos resultados previstas na NBR ISO/IEC 17025 e é fundamental para garantir a confiabilidade dos resultados analíticos.

O Qualificador 5 (Q5) observa o resultado de determinado parâmetro no último ensaio de proficiência que o laboratório responsável pelas análises participou. Quando o resultado do laboratório no ensaio de proficiência para um parâmetro for QUESTIONÁVEL ou INSATISFATÓRIO os resultados do parâmetro devem ser destacados e identificados com “Q” ou “I” para caracterizar o tipo da não conformidade do ensaio avaliado.

Esta qualificação ficará associada aos resultados até que seja apresentada evidência, pelo laboratório, de solução da não conformidade, ou que a participação em um novo ensaio de proficiência indique resultados confiáveis para o parâmetro em questão.

Os dados obtidos durante o período em que o laboratório estava não conforme deverão permanecer no banco de dados com a identificação correspondente “Q” ou “I”.

3 APRESENTAÇÃO DOS DADOS

Os dados gerados no âmbito do PMQQS devem ser apresentados em uma planilha eletrônica na qual é apresentado o conjunto de dados, conforme gerado atualmente pelo banco de dados. Uma aba adicional deve ser acrescentada, onde serão apresentados os resultados da aplicação dos qualificadores por data, ponto de monitoramento e parâmetro, tal qual apresentado no **Apêndice 4 da Nota Técnica 16 GTA PMQQS**. Solicita-se que a Fundação Renova faça as adequações necessárias a esta planilha em função das alterações desta NT 80.

4 CONCLUSÃO

A presente Nota Técnica apresenta a atualização do processo de Validação e Qualificação dos dados do PMQQS como forma de garantir aos usuários dos dados sua qualidade e fornecer indicações de possíveis pontos a serem investigados.

Os Validadores identificam situações não observadas na natureza, indicando erro na obtenção ou na transcrição do dado, o que justifica sua supressão do banco de dados.

Os Qualificadores realizam cruzamentos de dados que guardam relação entre si, com o objetivo de avaliar sua consistência de forma mais ampla. Estes qualificadores não

invalidam o dado; somente indicam a necessidade de uma investigação mais detalhada do contexto em que o dado foi gerado.

Ao final do processo de validação e qualificação, serão obtidos três tipos de dados: dados inválidos; dados válidos que não foram marcados com nenhum qualificador; e dados válidos que foram marcados com pelo menos um qualificador. Os dados que atenderam a todos os critérios de validação serão considerados válidos e poderão ser utilizados sem restrições, mesmo que sejam marcados com algum qualificador.

O processo de validação e qualificação dos dados poderá ser atualizado, com a inclusão de novos critérios, à medida que se mostre necessário para garantir a qualidade do dado a ser divulgado.

A Fundação Renova deverá apresentar trimestralmente uma planilha com os dados válidos e qualificados ao GTA-PMQQS, conforme modelo no Apêndice 4. Não deverão ser apresentadas justificativas pelos dados não terem atendido aos critérios de validação ou qualificação.

Reiteramos que este GTA considera que os requisitos relativos a certificação dos laboratórios envolvidos e ao treinamento das equipes de coleta são pré-requisitos já contemplados no QA/QC apresentado no PMQQS.

5 REFERÊNCIAS

STRICKLAND, J.; PARSONS, T.. A practical handbook of sea water analysis. Fisheries Research Board of Canada. Ottawa. CA. 1972. 311 p.

PETROBRAS. Relatório final do projeto de caracterização ambiental regional da Bacia do Espírito Santo (PCR-ES). V1, Revisão 00, nov 2015.

GRASSHOFF, K., EHRHARDT, M., KREMLING, K. Methods of Seawater analysis. 3rd Ed. Weinheim Wiley-VCH. 1999.

APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater, 22nd ed. American Public Health Association, Washington, DC, 2005.

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2001. ABNT NBR 13373:2017. Ecotoxicologia aquática - Toxicidade crônica – Método de ensaio com *Ceriodaphnia ssp* (Crustacea, Cladocera). ABNT, Brasil.

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2001. ABNT NBR 12648:2018. Ecotoxicologia aquática - Toxicidade crônica – Método de ensaio com algas (*Chlophyceae*). ABNT, Brasil.

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2001. ABNT NBR 12713:2016. Ecotoxicologia aquática - Toxicidade aguda – Método de ensaio com *Daphnia ssp* (Crustacea, Cladocera). ABNT, Brasil.

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2001. ABNT NBR 15088:2016. Ecotoxicologia aquática - Toxicidade aguda – Método de ensaio com peixes (*Cyprinidae*). ABNT, Brasil.

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2001. ABNT ISO/IEC 17025:2001. Requisitos gerais para a competência de laboratório de ensaios de calibração. ABNT, Brasil.

USGS. Quality assurance/quality control manual. National Water Quality Laboratory. J. W. Pritt & J.W. Raese, editores. Denver, Colorado, 1995.

USGS. Quality assurance practices for the chemical and biological analyses of water and fluvial sediments. (Techniques of water-resources investigations os the United States Geological Survey. Book 5, Laboratory analysis; Chapter A6). L. C. Friedman & D. E. Erdmann. Denver, Colorado, 1982.

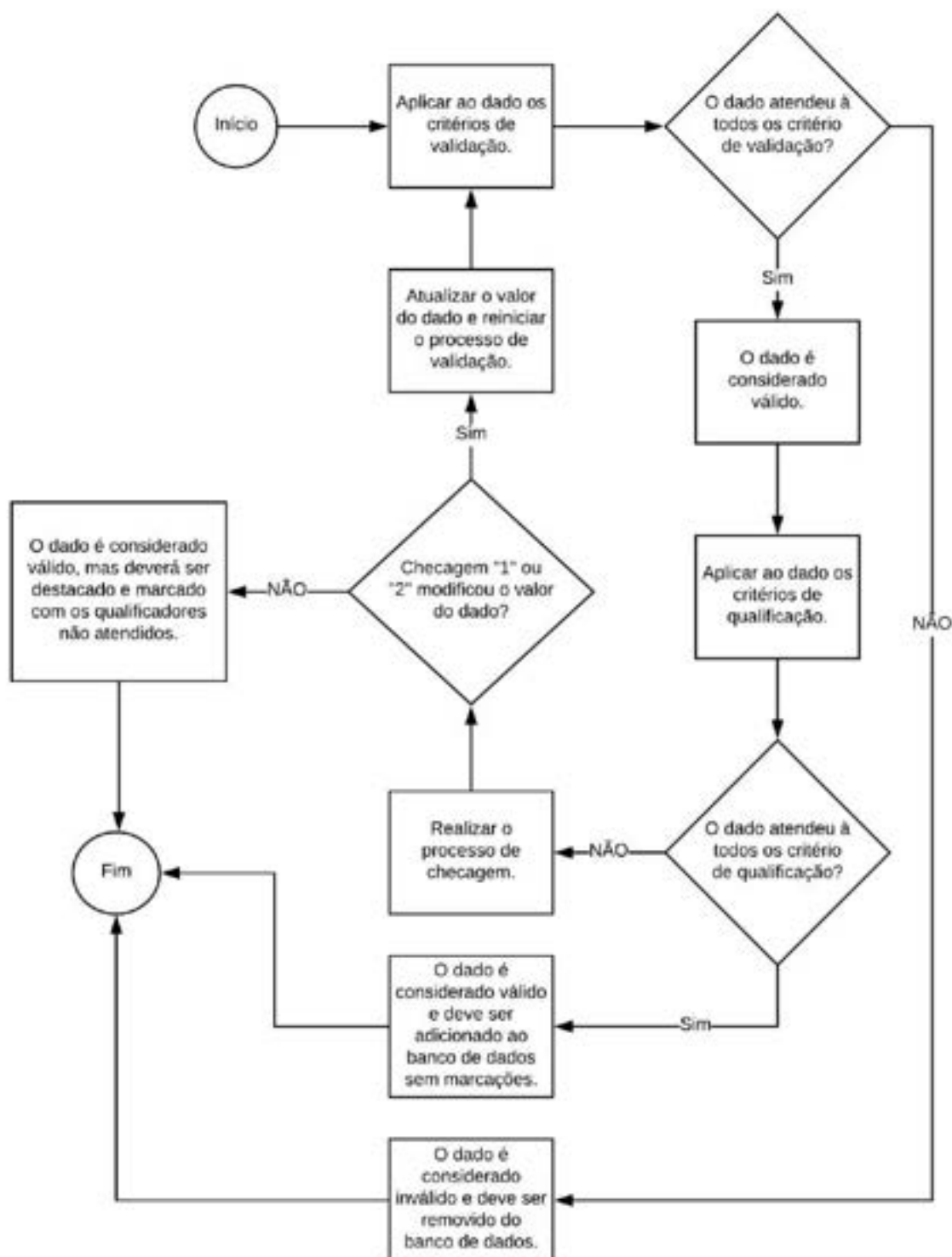
Equipe Técnica responsável pela elaboração da Nota Técnica:

- Ana Paula Fernandez (Analista Ambiental – IBAMA)
- Ana Paula Montenegro Generino (Especialista em Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas – ANA)
- Emilia Brito (Agente de Desenvolvimento Ambiental e Recursos Hídricos - IEMA)
- Felipe Santos Hastenreiter (Agente de Desenvolvimento Ambiental e Recursos Hídricos – IEMA)
- Gilberto Arpini Sipioni (Tecnólogo em Saneamento Ambiental – IEMA)
- Fadima Guimarães de Ávila Augusto (IEMA)
- Juliano de Oliveira Barbirato (IEMA)
- Vanessa Kelly Saraiva (Analista Ambiental - IGAM)

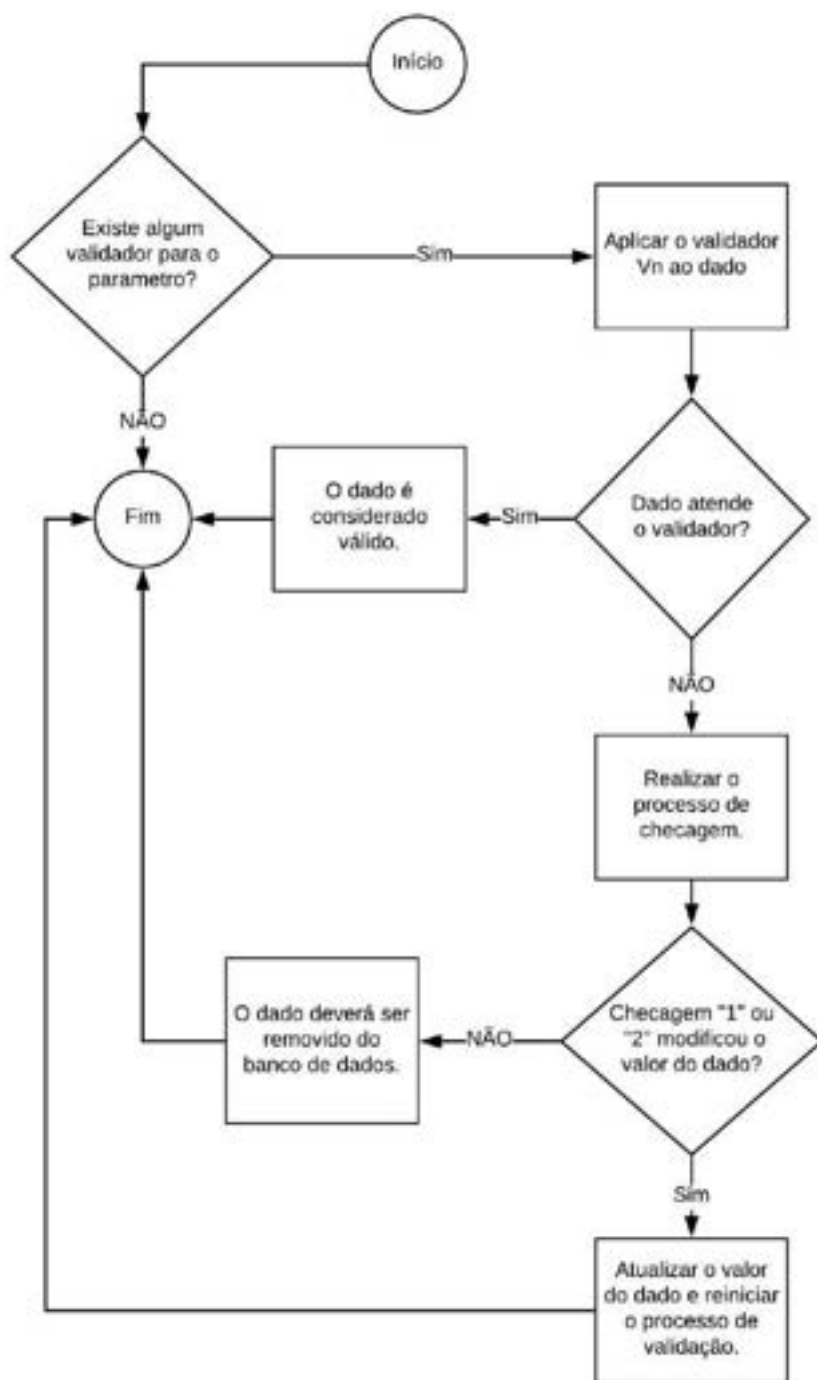
Nota Técnica aprovada em 22/10/2018

Maurrem Ramon Vieira
Coordenação do GTA PMQQS

Apêndice 1 – Fluxograma geral do processo de Validação e Qualificação dos dados



Apêndice 2 – Fluxograma do processo de Validação dos dados



Apêndice 3 – Fluxograma do processo de Qualificação dos dados

