

Ofício Circular nº 6/2017/AP-GF-ANA
Documento nº 00000.025818/2017-91

Brasília, 2 de maio de 2017.

Assunto: **Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático - PMQQS.**

Referência:

Senhores¹ (a),

1. Reporto-me à Cláusula 179 do Termo de Transação e de Ajustamento de Conduta (TTAC) entre União, estados de Minas Gerais e Espírito Santo e as empresas Samarco Mineração S.A., Vale S.A. e BHP Billiton Brasil Ltda, na qual é solicitada aos ÓRGÃOS DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS e aos ÓRGÃOS AMBIENTAIS, definidos na Cláusula 01, Incisos XVI e XVII, a aprovação do Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático (PMQQS) de Água e Sedimentos do Rio Doce, entregue pela Fundação Renova ao Comitê Interfederativo (CIF) em 12 de abril de 2017 (anexo), em atendimento ao disposto nas Cláusulas 177 e 178 do (TTAC) e à Deliberação CIF nº 53.

2. Solicitamos a especial atenção de V. Sa. no sentido de encaminhar a esta coordenação ofício contendo a aprovação formal do referido Programa por esse Órgão, em cumprimento ao previsto no TTAC.

Atenciosamente,

(assinado eletronicamente)

GISELA FORATTINI

Coordenadora da Câmara Técnica Segurança Hídrica e Qualidade da Água



Abril, 2017

RELATÓRIO TÉCNICO

Programa de Monitoramento Quali-Quantitativo Sistema de Água e Sedimentos

Preparado para:

Fundação Renova



RELATÓRIO

Número do Relatório: RT-029_159-515-2282_07-J

Distribuição:

1 cópia - Fundação Renova

1 cópia - Golder Associates Brasil Consultoria e
Projetos Ltda.





ÍNDICE

1.0	INTRODUÇÃO	1
2.0	OBJETIVO	3
3.0	LEGISLAÇÃO, NORMAS E PADRÕES APLICÁVEIS	4
3.1	Legislação Aplicável	4
3.2	Padrões de Amostragem e Análise	4
4.0	PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTOS DO RIO DOCE	5
4.1	Contexto do Programa	5
4.2	Pontos de Amostragem	7
4.3	Frequência de Amostragem	18
4.3.1	Amostragem Manual	18
4.3.2	Estações Automáticas	20
4.3.2.1	Estação TIPO I	21
4.3.2.2	Estação TIPO II	24
4.4	Parâmetros a serem monitorados	26
4.4.1	Parâmetros de qualidade de água e sedimentos de amostragem manual	26
4.4.1.1	Parâmetros de Campo	26
4.4.1.2	Análise Laboratorial	27
4.4.2	Estações Automáticas	31
4.4.3	Descarga Líquida	31
4.4.4	Descarga Sólida	32
4.4.5	Bioindicadores	32
4.4.6	Ensaio Ecotoxicológicos	33
4.5	Tipologia das Estações	33
5.0	PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTOS DA ZONA COSTEIRA E ESTUÁRIOS	35
5.1	Contextualização do Programa	35
5.2	Pontos de Amostragem	35
5.3	Frequência de Amostragem	42
5.4	Parâmetros a Serem Monitorados	42
5.4.1	Parâmetros de qualidade de água e sedimentos de amostragem manual	42
5.4.1.1	Parâmetros de Campo	42



5.4.1.2	Parâmetros com Análise Laboratorial.....	43
5.4.2	Caraterização da hidrodinâmica marinha.....	46
5.4.3	Fauna Bentônica.....	46
6.0	COMUNICAÇÃO E GESTÃO DE INFORMAÇÕES	47
6.1	Documentação de Campo.....	47
6.2	Gestão de Informações no Laboratório	47
6.3	Comunicação dos Dados.....	47
6.4	Relatórios	48
6.5	Análise e Divulgação dos Resultados.....	48
7.0	CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DO PMQQS	48
8.0	DURAÇÃO DO PMQQS E REVISÕES PERIÓDICAS	49
9.0	EQUIPE TÉCNICA.....	49
10.0	REFERÊNCIAS	50

TABELAS

Tabela 1:	Legislação aplicável ao Programa de monitoramento de qualidade da água e sedimentos.	4
Tabela 2:	Pontos de amostragem para qualidade de água e sedimento para a bacia do rio Doce.	15
Tabela 3:	Frequência de amostragem para qualidade de água e sedimento no rio Doce.	18
Tabela 4:	Descrição do local das estações TIPO I.....	22
Tabela 5:	Descrição do local das estações TIPO II.....	25
Tabela 6:	Medições de campo para monitoramento da qualidade da água.	27
Tabela 7:	Parâmetros para monitoramento da qualidade de água superficial.	28
Tabela 8:	Parâmetros para monitoramento da qualidade de sedimentos no rio Doce.....	30
Tabela 9:	Parâmetros de qualidade de água monitoradas pelas Estações Automáticas TIPO II.....	31
Tabela 10:	Parâmetros a serem analisados no Material Particulado em Suspensão (MPS).	32
Tabela 11:	Bioindicadores a serem avaliados no PMQQS.....	33
Tabela 12:	Tipologia das estações de monitoramento nos rios e lagoas do PMQQS.....	34
Tabela 13:	Localização dos Pontos de Amostragem do PMQQS da Zona Costeira e Estuários. Datum horizontal: SIRGAS 2000.....	36
Tabela 14:	Parâmetros de campo para monitoramento da qualidade de água na zona costeira e estuarina.	43
Tabela 15:	Parâmetros de perfilagem por CTD para monitoramento da qualidade de água na zona costeira e estuarina.	43
Tabela 16:	Parâmetros de qualidade de água do PMQSS nos pontos da zona costeira e estuarina.	44
Tabela 17:	Parâmetros para Monitoramento da Qualidade de Sedimentos.....	45

FIGURAS



Figura 1: Macrolocalização dos Trechos do PMQQS do rio Doce.	6
Figura 2: Trecho 01 do PMQQS do rio Doce - Mina da Samarco até a UHE Risoleta Neves.....	8
Figura 3: Trecho 02 do PMQQS do rio Doce – UHE Risoleta Neves até UHE Baguari.	10
Figura 4: Trecho 03 do PMQQS do rio Doce – UHE Baguari até UHE Aimorés.....	12
Figura 5: Trecho 04 do PMQQS do rio Doce – UHE Aimorés até a Foz do rio Doce.....	14
Figura 6: Pontos de Monitoramento da Zona Costeira e Estuários no PMQQS.....	38
Figura 7: Pontos de Monitoramento da Zona Costeira no PMQQS – Setor Sul.....	39
Figura 8: Pontos de Monitoramento da Zona Costeira no PMQQS – Foz do rio Doce.	40
Figura 9: Pontos de Monitoramento da Zona Costeira no PMQQS – Setor Norte.	41

ANEXOS

Anexo A

Procedimentos do Protocolo de Controle de Segurança da Qualidade dos Dados (QA/QC).

Anexo B

Localização e acesso aos pontos de amostragem situados no rio Doce, em seus afluentes e nas lagoas marginais.

Anexo C

Descrição dos Procedimentos de Amostragem e Análise.

Anexo D

Plano de Monitoramento Quali-Quantitativo das Águas do Rio Doce e seus Tributários em Função das Intervenções.

Anexo E

Cronograma de Implantação do PMQQS (Elaborado pela Fundação Renova)



1.0 INTRODUÇÃO

Em 5 de novembro de 2015, a barragem de rejeitos da mina de minério de ferro localizada na unidade industrial de Germano, de propriedade da Samarco Mineração S.A., rompeu-se lançando 43,8 milhões de metros cúbicos¹ de rejeitos no sistema fluvial a jusante, impactando o córrego Santarém, o rio Gualaxo do Norte, o rio do Carmo, o rio Doce, bem como os seus tributários, até alcançar a foz do Rio Doce no litoral do Espírito Santo.

Desde o rompimento da Barragem de Fundão, foi implantado um monitoramento emergencial nos rios afetados contemplando análises de amostras de água e sedimento ao longo da bacia do rio Doce. Desde então, as amostragens e análises que vem sendo realizadas visavam atender a demandas específicas, de diferentes órgãos reguladores e autoridades, e outras incluíam iniciativas da própria Samarco. O monitoramento vem sendo realizado pela Fundação Renova e, atualmente, a frequência de amostragem dos pontos de monitoramento ao longo da Bacia do rio Doce é quinzenal, com exceção das lagoas monitoradas no Espírito Santo que é mensal. Para o parâmetro turbidez, o monitoramento é diário em 26 pontos de amostragem ao longo do rio Doce. O monitoramento atual atende às demandas dos órgãos reguladores: Agência Nacional de Águas – ANA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo – IEMA e Agência Estadual de Recursos Hídricos – AGERH.

Na zona costeira, é realizado o monitoramento da água e sedimentos em 28 pontos de amostragem distribuídos entre a foz do rio Doce e a Área de Proteção Ambiental Costa das Algas, conforme determinação do Ministério Público do Estado do Espírito Santo. A amostragem chegou a ter frequência de 2 horas e, após atualização realizada em 27 de fevereiro de 2016, passou a ser diária para água e quinzenal para sedimentos.

Em decorrência do referido acidente da barragem da Samarco, em março de 2016 foi assinado um Termo de Transição e Ajustamento de Conduta - TTAC entre os Governos Federal e dos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo e a Samarco e suas acionistas VALE S.A. e BHP Billiton Brasil Ltda. Considerando a dimensão do acidente ambiental, a extensão temporal e física das ações reparatórias e compensatórias previstas, e o volume de recursos que serão necessários, o referido TTAC contemplou a criação de uma Fundação de direito privado, sem fins lucrativos, que foi instituída pela Samarco e suas acionistas com o objetivo de elaborar e executar todas as medidas nele indicadas conhecida como Fundação Renova.

As ações reparatórias e compensatórias foram divididas em Programas Socioambientais e Socioeconômicos. Dentre as ações previstas nos Programas Socioambientais, o Termo de Transição e Ajustamento aborda o item Programa de investigação e monitoramento da Bacia do Rio Doce, áreas estuarinas e costeiras impactadas com 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 1², 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

¹ Dado oficial da Fundação Renova.

² De acordo com o TTAC, a ÁREA AMBIENTAL 1 refere-se às "áreas abrangidas 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 marinha na porção impactada pelo EVENTO".



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.*

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 (CTSHQA), contendo a **Proposta de Conteúdo Mínimo para o Programa de Monitoramento Quali-quantitativo da água e dos sedimentos (PMQQS) do Rio Doce**, 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 n.º 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**. Com relação a Cláusula 178, o mesmo Ofício nº 38/2016/AP-GF-ANA contemplou conteúdo mínimo também 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**.

Cabe mencionar que, no período de 7 a 11 de novembro de 2016, foi realizada uma visita de campo com a participação da Fundação Renova, IBAMA, ANA e IGAM, com o objetivo de avaliar, do ponto de vista hidráulico, os locais para instalação das estações de monitoramento do rio Doce, no trecho de Minas Gerais, e confirmar os locais de monitoramento de qualidade de água e sedimento propostos. A partir do dia 5 de dezembro de 2016, outra visita de campo foi iniciada, desta vez, para o trecho do Espírito Santo, com a participação também do IEMA e da AGERH. Nesse Programa, foram incorporadas informações e alterações obtidas em ambas as visitas técnicas.

A Fundação Renova elaborou um Programa de Monitoramento (PMQQS) baseado nestes conteúdos mínimos encaminhados bem como atualizações decorrentes das visitas de campo. A primeira versão do PMQQS foi protocolada em 23 dezembro de 2016. Em 10 de fevereiro de 2017, a CTSHQA emitiu as Notas Técnicas nº 07 e nº 08. A Nota Técnica nº 07, que tratava da *Avaliação do Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático (PMQQS) de Água e Sedimentos do Rio Doce*, 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-quantitativo da Água e Sedimentos no Rio Doce e Zona Costeira apresentado pela Fundação Renova. A Nota Técnica nº 08 tratou da *Complementação da Proposta de Conteúdo Mínimo para o Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático (PMQQS) de Água e Sedimentos do Rio Doce*, com o objetivo registrar a manifestação da CT-SHQA sobre os itens a serem complementados no PMQQS sob responsabilidade de execução pela Fundação Renova.

Com base no conteúdo das Notas Técnicas nº 07 e 08 da CT-SHQA, este documento apresenta a segunda versão, revisada, do Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos do Rio Doce, Zona Costeira e Estuários.

Este documento é subdividido em dois principais componentes, o PMQQS para o Rio Doce e o PMQQS para a Zona Costeira e Estuários. A seguir, são descritos os conteúdos das principais seções deste documento:

Seção 2 – Objetivos: Esta seção apresenta o objetivo principal do presente Programa.

Seção 3 – Legislação, Normas e Padrões Aplicáveis: Esta seção apresenta os instrumentos legais e procedimentos normatizados associados ao monitoramento de água e sedimento proposto.

Seção 4 – Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos do Rio Doce: Esta seção apresenta os locais de amostragem no Rio Doce, principais afluentes e lagoas marginais, bem como define os parâmetros a serem analisados e a frequência de monitoramento.

Seção 5 - Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos da Zona Costeira e Estuários: Esta seção apresenta os locais de amostragem na zona costeira e estuários, bem



como define os parâmetros a serem analisados, a frequência de monitoramento e a interação com demais programas.

Seção 6 – Comunicação e Gestão de Informações: Esta seção apresenta informações sobre documentação de campo, gestão de informações e comunicação de dados. Além disso, esta seção contém também orientações gerais a respeito dos relatórios de análise e interpretação dos resultados.

Seção 7 – Cronograma de Implantação do PMQQS: Esta seção apresenta o cronograma detalhado de implantação do PMQQS.

Seção 8 – Duração do PMQQS e Revisões Periódicas: Esta seção apresenta a duração do Programa e a frequência das revisões do mesmo.

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 **Anexo A**.

Informações detalhadas sobre a localização e o acesso aos pontos de amostragem situados no rio Doce, em seus afluentes e nas lagoas marginais são apresentadas no **Anexo B**.

Os procedimentos detalhados de amostragem e análise são apresentados no **Anexo C**.

Em atendimento à Nota Técnica N°08 da CT-SHQA, este documento apresenta também, no **Anexo D**, o “Plano de amostragem componente de qualidade de água e sedimentos do programa de monitoramento das intervenções”. Como requisitado pela mesma Nota Técnica, este plano inclui os pontos de monitoramento permanente da operação Águas nos tributários (114 pontos), sob responsabilidade da Câmara Técnica de Restauração Florestal e Produção de Água-CT-FLOR.

2.0 OBJETIVO

Este documento visa atender ao disposto nas Cláusulas 177, 178 e 179 do TTAC (cujos textos são apresentados na Seção 1.0) por meio da descrição do 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 definida pelo TTAC.

O objetivo geral do PMQQS, conforme o anexo da Deliberação CIF nº 17, é acompanhar, ao longo do tempo, a recuperação da bacia hidrográfica do rio Doce e zona costeira e estuarina adjacente, bem como a efetividade das intervenções permanentes realizadas, através da avaliação sistemática da qualidade das águas e dos sedimentos.

Para atingir o Objetivo Geral são definidos os seguintes objetivos específicos:

- Implementação dos pontos de monitoramento (instalação de equipamentos);
- Estabelecimento de protocolos de monitoramento (procedimentos de coleta, procedimentos de análises laboratoriais e frequências de amostragem);
- Determinação do nível de qualidade do rio Doce, de Estuários e da Zona Costeira em pontos representativos, ao longo do tempo;
- Avaliação contínua da inter-relação dos parâmetros analisados ao longo do rio Doce, áreas estuarinas e costeiras;
- Elaboração de relatórios de análise de tendências, validação e avaliação e divulgação dos resultados.



3.0 LEGISLAÇÃO, NORMAS E PADRÕES APLICÁVEIS

3.1 Legislação Aplicável

A **Tabela 1** apresenta os principais instrumentos legais aplicáveis ao **Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos** do Rio Doce e na Zona Costeira.

Tabela 1: 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, já que não existe, no Brasil, uma outra norma específica para padrões de qualidade de sedimento no ambiente.

3.2 Padrões de Amostragem e Análise

Os procedimentos técnicos de amostragem, preservação e análise das amostras descritas no presente documento estão de acordo com as seguintes normas e diretrizes:

- ABNT NBR 9.898/1987 – Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores;
- ABNT NBR 15.469/2015 - Ecotoxicologia - Coleta, preservação e preparo de amostras;
- Agência Nacional das Águas (ANA) e Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), 2012 – Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: água, sedimentos, comunidades aquáticas e efluentes líquidos;
- APHA, 2012 – Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water;
- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), 2016 – Termo de Referência 4: Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática.

Os laboratórios contratados para a realização das amostragens e análises terão acreditação nos termos da ABNT NBR ISO/IEC 17.025/2015 junto ao Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). Além disso, terão equipe técnica qualificada, com profissionais com formação técnica em química ou área relacionada para a amostragem de água e sedimento.



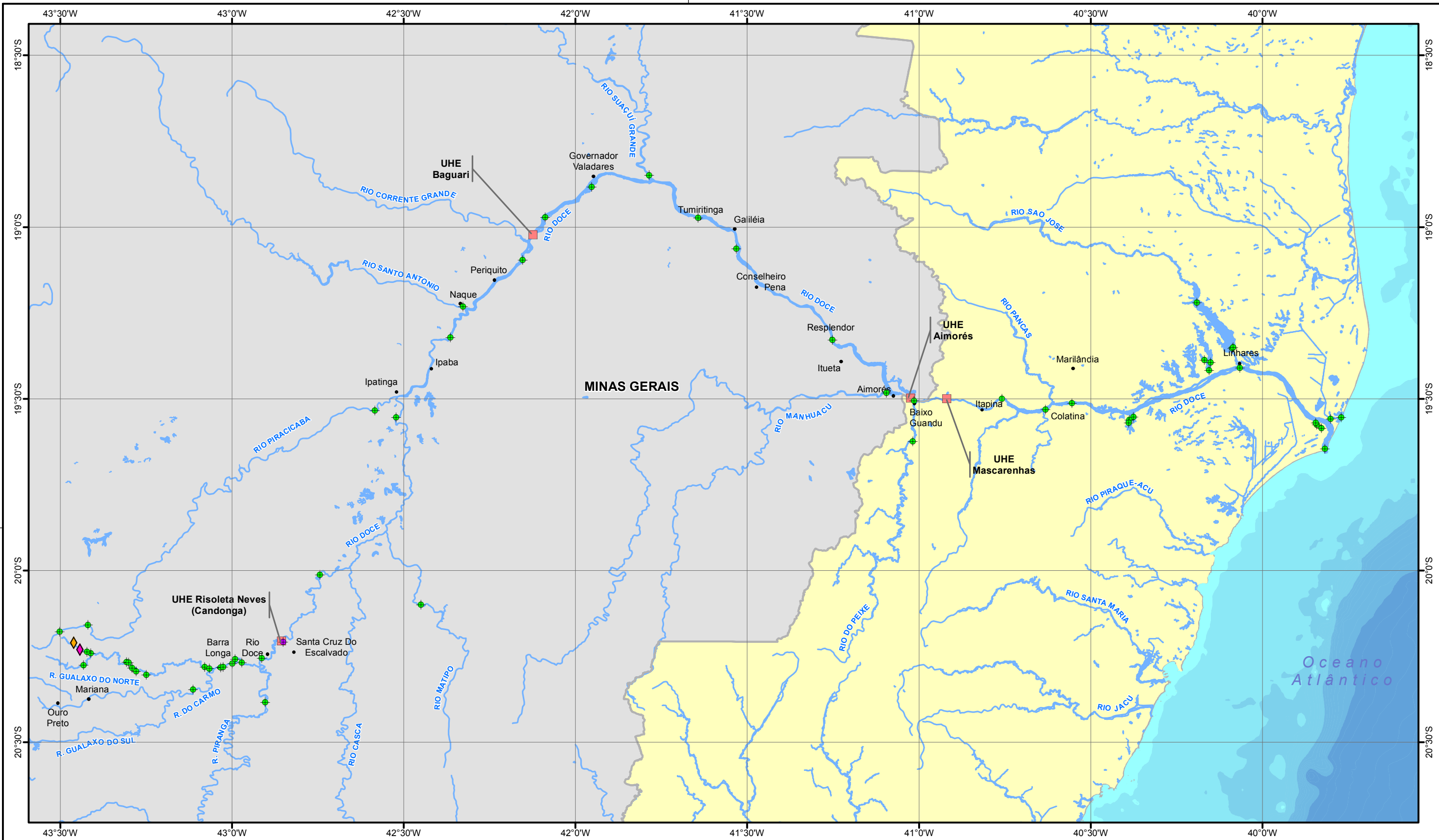
4.0 PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTOS DO RIO DOCE

4.1 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, além de permitir a identificação de locais onde é necessário maior detalhamento das informações. Contudo, estão incluídos, também, pontos em que se realizará o monitoramento de vigilância, para avaliação da qualidade das águas captadas no rio Doce, que são utilizadas para consumo humano.

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, a bacia do rio Doce foi subdividida em 04 trechos, separados entre si pelas Usinas Hidrelétricas (UHEs) Risoleta Neves (Barragem Candonga), Baguari e Aimorés (**Figura 1**). Em cada um dos trechos, os pontos de amostragem foram definidos segundo os seguintes critérios:

- Pontos de monitoramento em trechos dos rios principais e tributários impactados pelos rejeitos da barragem;
- Pontos nos principais tributários: aqueles que apresentam descarga líquida acima de 10% da Q95 determinada no exutório da bacia do rio Doce (i.e., 350 m³/s),
- Pontos no exutório dos principais tributários que drenam sub-bacias em condição de stress hídrico para diluição de efluentes, ou seja, sub-bacias onde a disponibilidade hídrica seja inferior à demanda para diluição de carga orgânica (DBO5);
- Pontos de referência, em tributários localizados na parte alta da bacia do rio Doce que não tenham sido afetados pelos rejeitos da barragem;
- Pontos localizados em mananciais de sistemas de abastecimento alternativos, previstos na cláusula 171 do TTAC, aos municípios que dependem das águas do rio Doce para abastecimento público;
- Pontos da rede básica do IGAM e do IEMA no rio Doce, com séries históricas;
- Pontos sugeridos por outras Câmaras Técnicas (CT), especialmente a CT de Conservação e Biodiversidade e a CT de Restauração Florestal, de forma a unificar o monitoramento de longo prazo na parte continental da bacia;
- Pontos sugeridos pelos órgãos ambientais dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo;
- Pontos em lagoas marginais no Espírito Santo;
- Pontos sugeridos pela Fundação e demais entidades envolvidas no durante e após as visitas técnicas. Por exemplo, a partir da visita técnica realizada no Espírito Santo, o IEMA solicitou a adição do ponto em Colatina (RDO 14) e quatro novos pontos de amostragem em lagoas, dois na lagoa do Limão e dois outros pontos na lagoa Juparanã.



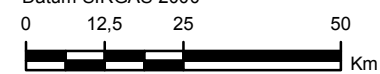
LEGENDA

- ◆ Ponto de amostragem
- ◆ Estação telemétrica
- Localidades
- ◆ Fundão
- ◆ Santarém
- UHE em operação
- Curso d'água
- Massa d'água

LOCALIZAÇÃO



Sistema de Coordenadas Geográfica
Datum SIRGAS 2000



ESCALA GRÁFICA



PROJETO:

**ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE REJEITOS DE
FUNDÃO RECUPERAÇÃO AMBIENTAL**

TÍTULO:

**PONTOS DE AMOSTRAGEM DO PROGRAMA DE
MONITORAMENTO DE QUALIDADE DE ÁGUA E
SEDIMENTO DO RIO DOCE**



Nº PROJETO: 159-515-2282 ESCALA: 1:1.200.000

GIS	FPS	fev/2017
REV	HD	00

Figura 1



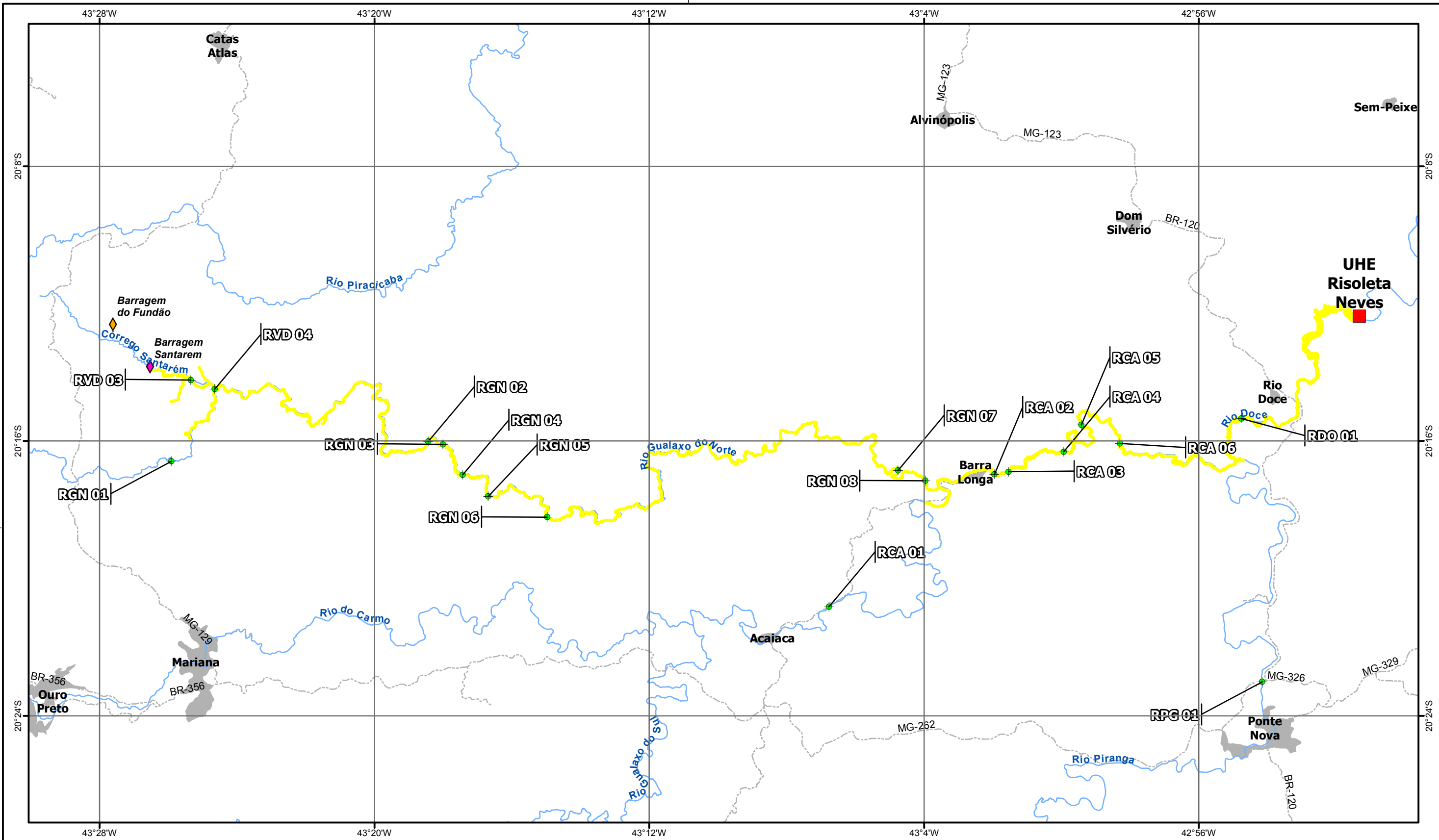
4.2 Pontos de Amostragem

Trecho 01 – Mina Samarco até a UHE Risoleta Neves

O primeiro trecho compreende dezoito pontos de amostragem, sendo quatro pontos em trechos impactados pelo rompimento da barragem de Fundão, nove pontos localizados nos rios Gualaxo do Norte e do Carmo, sugeridos pela CT de Restauração Florestal, dois no córrego Santarém em vertedouros de barramentos e três pontos em áreas não afetadas. Os pontos de amostragem consistem em:

- Dois pontos no córrego Santarém:
 - Um ponto no vertedouro do Dique S3 (RVD 03). Este ponto foi sugerido pela Fundação e corresponde ao ponto RDC-124 do monitoramento emergencial da Samarco/Fundação;
 - Um ponto no vertedouro do Dique S4 (RVD 04). Este ponto foi sugerido pela Fundação e corresponde ao ponto RDC-130 do monitoramento emergencial da Samarco/Fundação;
- Oito pontos no rio Gualaxo do Norte:
 - Um ponto em trecho não afetado pelo rompimento da barragem, a montante da confluência com o córrego Santarém (RGN 01);
 - Cinco pontos sugeridos pela CT de Restauração Florestal (RGN 02, RGN 03, RGN 04, RGN 05 e RGN 07);
 - Um ponto na ponte em Paracatu (RGN 06);
 - Um ponto a montante da confluência com o rio do Carmo, em uma ponte entre Gesteira e Barra Longa (RGN 08);
- Seis pontos no rio do Carmo:
 - Um ponto em trecho não afetado pelo rompimento, em ponte férrea sobre o rio do Carmo em Acaiaca (RCA 01);
 - Um ponto próximo à cidade de Barra Longa, após a confluência com o Rio Gualaxo do Norte (RCA 02);
 - Quatro pontos sugeridos pela CT de Restauração Florestal (RCA 03, RCA 04, RCA 05 e RCA 06);
- Um ponto no rio Piranga, em trecho não afetado pelo rompimento, a jusante de Ponte Nova (RPG 01);
- Um ponto no rio Doce, a montante da cidade de Rio Doce e UHE Risoleta Neves (RDO 01).

A **Figura 2** apresenta os pontos de amostragem situados dentro do Trecho 01, entre a mina da Samarco até a UHE Risoleta Neves.



LEGENDA

- ◆ Ponto de amostragem
- ◆ Barragem de Fundão
- ◆ Barragem de Santarém
- UHE em operação
- ~ Curso d'água
- Trecho Antes de
- Área urbana

LOCALIZAÇÃO



Sistema de Coordenadas Geográfica
Datum SIRGAS2000
0 2 4 8 Km
ESCALA GRÁFICA



PROJETO:			
ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE REJEITOS DE FUNDÃO RECUPERAÇÃO AMBIENTAL			
TÍTULO:			
PONTOS DE AMOSTRAGEM DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DE ÁGUA E SEDIMENTO DO RIO DOCE LOCALIZADOS DA MINA ATÉ A UHE RISOLETA			
Nº PROJETO: 159-515-2282		ESCALA: 1:200.000	
GIS	FPS	fev/2017	
REV	HD	00	
		Figura 2	



Trecho 02 – UHE Risoleta Neves até UHE Baguari

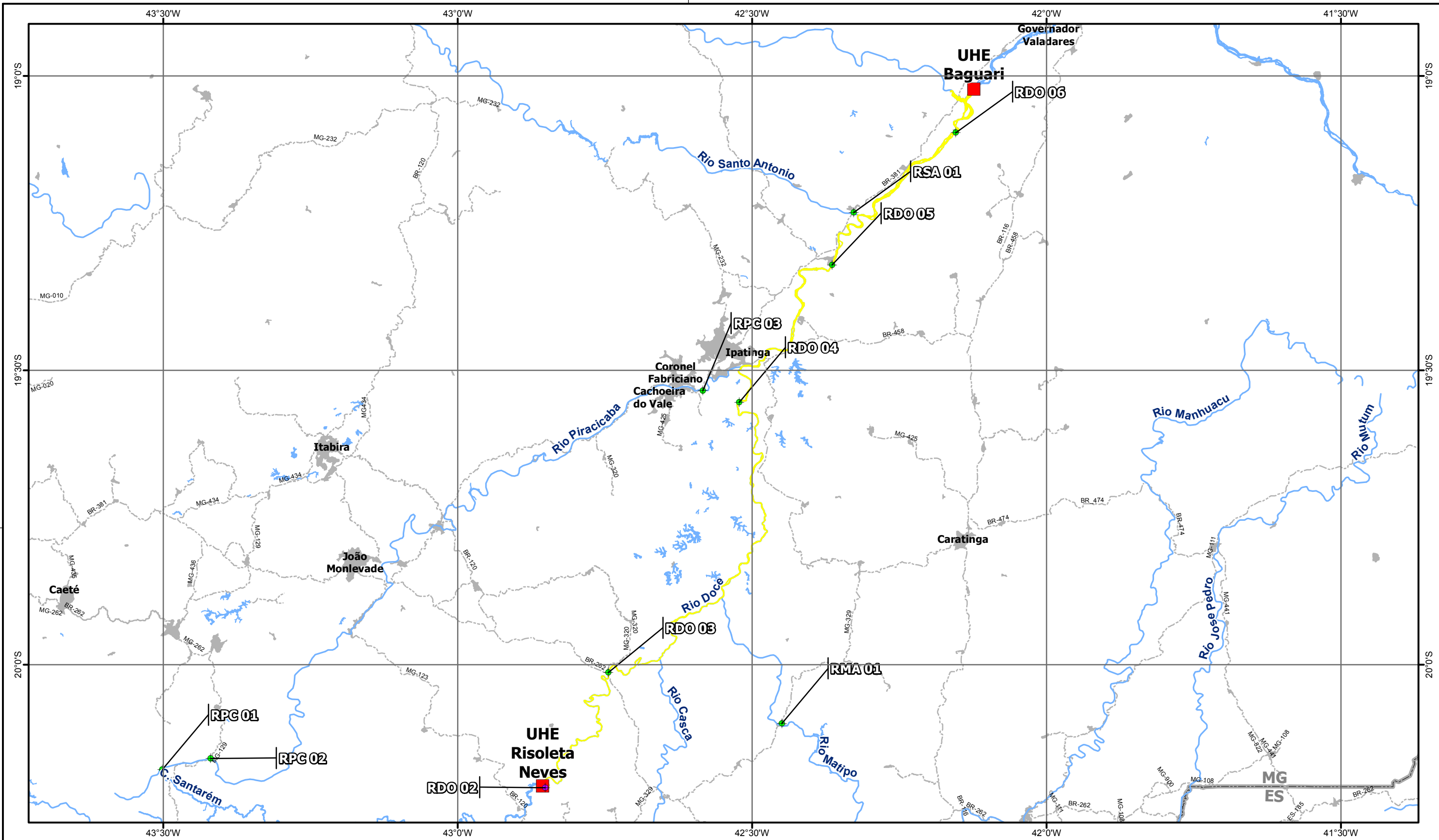
O segundo trecho possui dez pontos de amostragem, sendo cinco pontos em trechos impactados pelo rompimento da barragem de Fundão, três pontos no rio Piracicaba e outros dois pontos em trechos não afetados (um ponto no rio Matipó e outro ponto no rio Santo Antônio). Os pontos de amostragem consistem em:

- Cinco pontos no rio Doce:
 - Um ponto a jusante da barragem de Candonga (RDO 02). Este ponto foi sugerido pela Fundação e consistirá de uma estação telemétrica com sonda multiparâmetro (ver Seção 4.3.2.2);
 - Um ponto em local de extração de areia em Sem-Peixe (RDO 03), em região influenciada por operações de dragagens independentes no leito do rio Doce, não relacionadas à Samarco;
 - Um ponto em área do Parque do Instituto Estadual de Florestas (IEF), na Ponte Perdida sobre o rio Doce (RDO 04);
 - Um ponto no local da travessia da balsa em Cachoeira Escura (RDO 05);
 - Um ponto a montante da UHE Baguari no distrito de Pedra Corrida (RDO 06).
- Três pontos no rio Piracicaba:
 - Um ponto dentro da mina da Samarco (RPC 01);
 - Um ponto em ponte da rodovia MG-129 (RPC 02);
 - Um ponto no rio Piracicaba, em Timóteo, a montante da cidade de Coronel Fabriciano (RPC 03).
- Um ponto no rio Matipó, a montante da confluência com o rio Doce, sugerido pelo CT de Conservação e Biodiversidade (RMA 01).
- Um ponto no rio Santo Antônio, em areal ao lado da ponte da BR-381 em Naque, a montante da confluência com o rio Doce (RSA 01). A medição de descarga líquida (ponto RSA 01M) será realizada em local coincidente com uma estação fluviométrica da ANA (Naque Velho - código 56825000), já que é inviável realizar essa medição no mesmo local da amostragem.

A **Figura 3** apresenta os pontos de amostragem situados dentro do Trecho 02, da UHE Risoleta Neves até a UHE Baguari.

Neste trecho, dois outros pontos de amostragem constavam na proposta de monitoramento (documento anexo à Deliberação CIF nº 17), mas foram excluídos:

- Um ponto no rio Doce, em Santana do Deserto a jusante da UHE Candonga (código antigo - MG 08): excluído da malha amostral por estar localizado em um trecho onde tributários desaguam e a lâmina d'água não é homogênea;
- Um ponto no rio Doce, na ponte da BR-458 (código antigo - MG 12): excluído devido à dificuldade de acesso ao ponto e à falta de segurança durante as coletas.



LEGENDA

- ◆ Ponto de amostragem
- ◆ Estação telemétrica
- UHE em operação
- Curso d'água
- Massa d'água
- Trecho entre UHE Candonga e UHE Baguari
- Área urbana
- Limite estadual

LOCALIZAÇÃO



Sistema de Coordenadas Geográfica
Datum SIRGAS2000

0 7,5 15 30 Km

ESCALA GRÁFICA



PROJETO:
ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE REJEITOS DE FUNDÃO RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

TÍTULO:
PONTOS DE AMOSTRAGEM DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DE ÁGUA E SEDIMENTO DO RIO DOCE LOCALIZADOS DA UHE RISOLETA NEVES ATÉ A UHE BAGUARI

Nº PROJETO: 159-515-2282		ESCALA: 1:700.000
GIS	FPS	fev/2017
REV	HD	00

Figura 3





Trecho 03 – UHE Baguari até UHE Aimorés

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

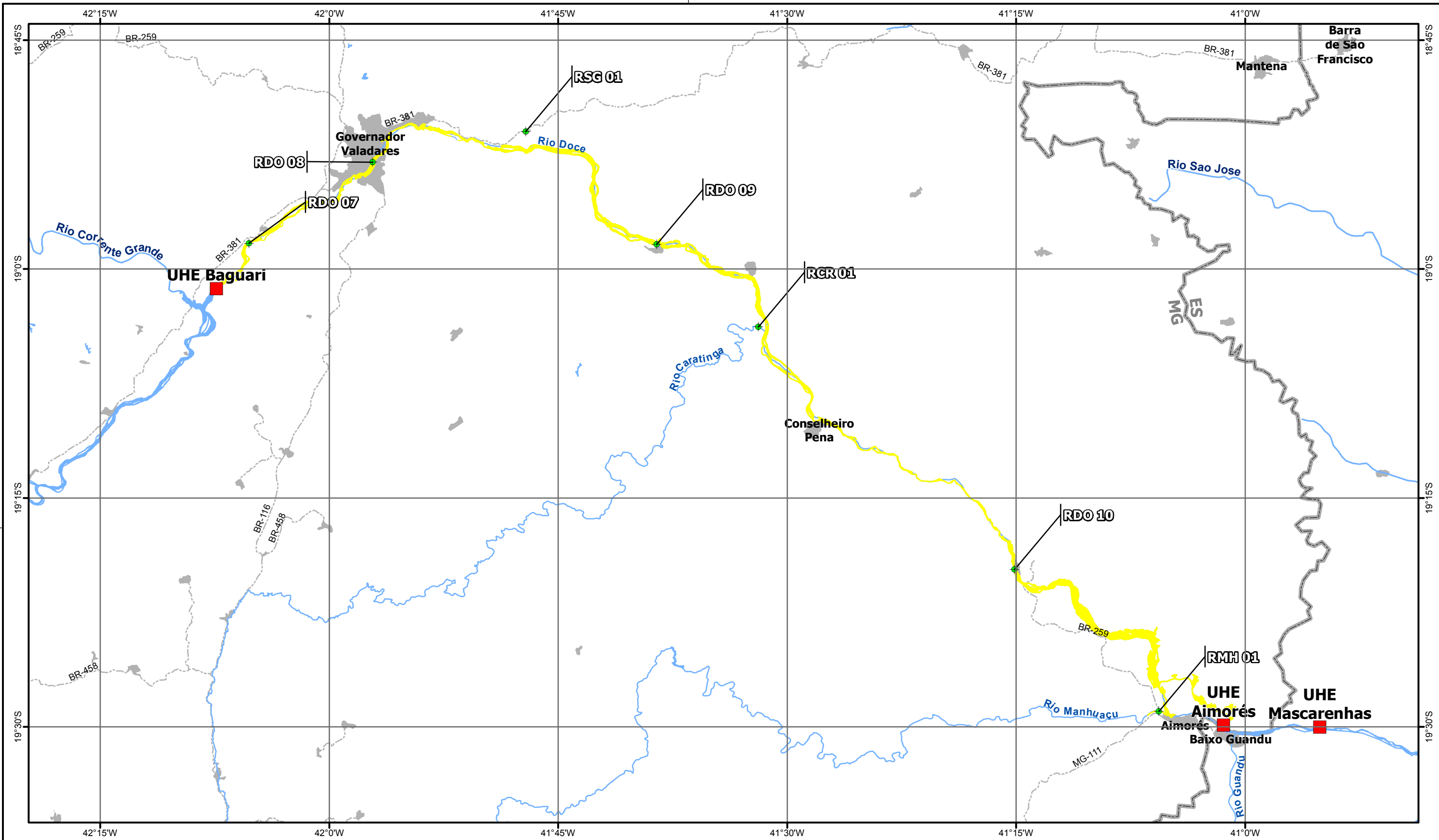
- Quatro pontos no rio Doce:
 - Um ponto a jusante da UHE Baguari, entre as cidades de Baguari e Governador Valadares (RDO 07);
 - Um ponto próximo à cidade de Governador Valadares, na ponte da rodovia Rio-Bahia (RDO 08);
 - Um ponto próximo à cidade de Tumiritinga, no porto das balsas na margem esquerda do rio (RDO 09);
 - Um ponto próximo à cidade de Resplendor na margem direita do rio Doce (RDO 10);
- Um ponto no rio Suaçuí Grande a montante da ponte da BR-259, em trecho não afetado pelo rompimento (RSG 01);
- Um ponto no rio Caratinga próximo ao ponto de captação da ETA de Barra do Cuieté, sugerido pelo CT de Conservação e Biodiversidade (RCR 01);
- Um ponto no rio Manhuaçu, em trecho não afetado pelo rompimento da barragem de Fundão a montante da cidade de Aimorés (RMH 01).

A **Figura 4** apresenta os pontos de amostragem situados dentro do Trecho 03, da UHE Baguari até a UHE Aimorés.

Outro ponto de amostragem constava na proposta de monitoramento (documento anexo à Deliberação CIF nº 17) no trecho em questão, mas foi excluído:

- Um ponto no rio Corrente Grande, próximo à foz no rio Doce (código antigo - MG 16).

Este ponto foi cancelado, a princípio, uma vez que ainda não está definido que o rio Corrente Grande será utilizado como manancial de captação alternativa. No entanto, caso esse rio venha a ser utilizado como uma fonte de captação alternativa, esse ponto de monitoramento será inserido no PMQQS.



LEGENDA

- ◆ Ponto de amostragem
- UHE em operação
- ~ Curso d'água
- Massa d'água
- ▬ Trecho entre UHE Baguari e UHE Aimorés
- Área urbana
- Limite estadual

LOCALIZAÇÃO

Sistema de Coordenadas Geográfica
Datum SIRGAS2000

0 5 10 20 Km

ESCALA GRÁFICA

PROJETO:
ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE REJEITOS DE FUNDÃO RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

TÍTULO:
PONTOS DE AMOSTRAGEM DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DE ÁGUA E SEDIMENTO DO RIO DOCE LOCALIZADOS DA UHE BAGUARI ATÉ A UHE AIMORÉS

Nº PROJETO: 159-515-2282		ESCALA: 1:450.000
GIS	FPS	fev/2017
REV	HD	00

Figura 4





Trecho 04 – UHE Aimorés até a Foz

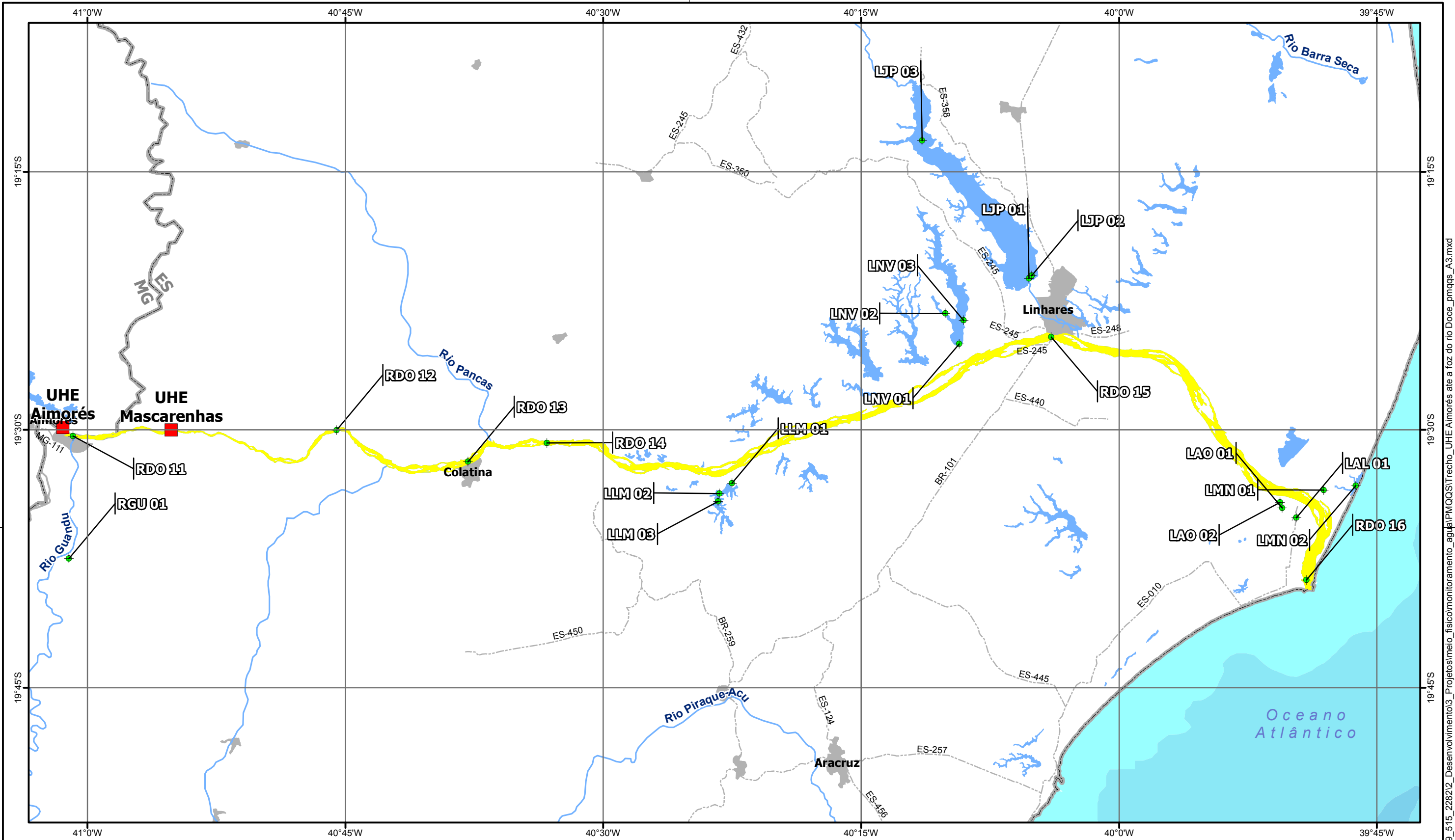
O quarto trecho é formado por vinte e um pontos, seis no rio Doce em trechos impactados pelo rompimento da barragem de Fundão, um ponto no rio Guandu e outros quatorze pontos em lagoas localizadas na cidade de Linhares. Os vinte e um pontos de amostragem consistem em:

- Seis pontos no rio Doce:
 - Um ponto no rio Doce próximo à cidade de Baixo Guandu (RDO 11);
 - Um ponto no IFES em Itapina (RDO 12);
 - Um ponto no centro da cidade de Colatina (RDO 13);
 - Um ponto a jusante da cidade de Colatina, ao lado de um areal (RDO 14). Ponto definido pelo IEMA após visita técnica no Espírito Santo;
 - Um ponto em uma ponte sobre o rio Doce na BR-101 em Linhares (RDO 15);
 - Um ponto no porto em Regência (RDO 16).
- Um ponto no rio Guandu, sugerido pelo CT de Conservação e Biodiversidade (RGU 01);
- Quatorze pontos em lagoas:
 - Três pontos na lagoa do Limão (LLM 01, LLM 02 e LLM 03);
 - Três pontos na lagoa Juparanã (LJP 01, LJP 02 e LJP 03);
 - Três pontos na Lagoa Nova (LNV 01, LNV 02 e LNV 03);
 - Dois pontos na Lagoa Monsarás (LMN 01 e LMN 02);
 - Um ponto na Lagoa do Areal (LAL 01);
 - Dois pontos na Lagoa do Areão - Pandolfi (LAO 01 e LAO 02).

A **Figura 5** apresenta os pontos de amostragem situados dentro do Trecho 04, da UHE Aimorés até a foz do rio Doce.

A Tabela 2 apresenta as coordenadas geográficas de cada ponto de amostragem em rios e lagoas, que foram validadas em vistorias de campo realizadas por representantes do IBAMA, IEMA, AGERH e ANA.

O **Anexo B** apresenta a localização detalhada dos pontos de amostragem de água e sedimento e das estações telemétricas em rios e lagoas. Cabe ressaltar que as coordenadas dos pontos localizados em rios marcadas durante as vistorias de campo foram projetadas para a posição de coleta, ou seja, no centro da calha do rio.



LEGENDA

- ◆ Ponto de amostragem
- UHE em operação
- Curso d'água
- Via rodoviária
- Massa d'água
- Área urbana
- Trecho Aimorés até a foz do rio Doce
- Limite estadual

LOCALIZAÇÃO



Sistema de Coordenadas Geográfica
Datum SIRGAS2000



ESCALA GRÁFICA



PROJETO:

ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE REJEITOS DE FUNDÃO RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

TÍTULO:

PONTOS DE AMOSTRAGEM DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DE ÁGUA E SEDIMENTO DO RIO DOCE LOCALIZADOS DA UHE AIMORÉS ATÉ A FOZ



Nº PROJETO: 159-515-2282 ESCALA: 1:400.000

GIS	FPS	fev/2017
REV	HD	00

Figura 5



**PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMA DE
ÁGUA E SEDIMENTOS**



Tabela 2: Pontos de amostragem para qualidade de água e sedimento para a bacia do rio Doce.

Curso d'água	Código Novo	Código Antigo	Nome do Ponto	Município	Descrição do Ponto de Amostragem	Estação da Fundação coincidente	Estação do IGAM coincidente	Coordenadas Geográficas		Coordenadas UTM ⁽¹⁾			Justificativa
								Latitude	Longitude	Leste	Norte	Zona	
Trecho 01 - Mina Samarco até a UHE Risoleta Neves													
Córrego Santarém	RVD 03	RDC-124	Dique S3	Mariana/MG	No vertedouro do Dique S3	RDC-124	-	-20,237017	-43,422292	664804,03	7761505,03	23	Ponto definido pela Fundação, para monitoramento do Dique S3
	RVD 04	RDC-130	Dique S3	Mariana/MG	No vertedouro do Dique S4	RDC-130	-	-20,241520	-43,410732	666007,02	7760995,02	23	Ponto definido pela Fundação, para monitoramento do Dique S4
Rio Gualaxo do Norte	RGN 01	MG 01	Gualaxo Norte 01 - Mariana	Mariana/MG	Rio Gualaxo do Norte a montante da confluência com o córrego Santarém	-	-	-20,276506	-43,431704	663779,25	7757143,14	23	Ponto de referência a montante da mina da Samarco
	RGN 02	ITG 21 M	Gualaxo Norte 02 - Mariana	Mariana/MG	Rio Gualaxo do Norte a montante da foz do TG 17B	-	-	-20,266900	-43,307100	676805,49	7758078,12	23	Ponto sugerido pelo CT de Restauração Florestal
	RGN 03	ITG 21 J	Gualaxo Norte 03 - Mariana	Mariana/MG	Rio Gualaxo do Norte a montante da foz do TG 18	-	-	-20,269100	-43,300800	677461,11	7757827,83	23	
	RGN 04	ITG 27 M	Gualaxo Norte 04 - Mariana	Mariana/MG	Rio Gualaxo do Norte a montante da foz do TG 21	-	-	-20,283400	-43,290400	678531,13	7756233,61	23	
	RGN 05	ITG 27 J	Gualaxo Norte 05 - Mariana	Mariana/MG	Rio Gualaxo do Norte a jusante da foz do TG 21 ^a e a montante da foz do TG 21B	-	-	-20,292700	-43,279200	679690,28	7755191,94	23	
	RGN 06	MG 02	Gualaxo Norte 06 - Mariana	Mariana/MG	Ponte em Paracatu	-	-	-20,303650	-43,249500	682779,51	7753947,13	23	Ponto de controle para avaliar o lançamento de rejeitos da mina da Samarco
Rio do Carmo	RCA 01	MG 03	Carmo 01 - Acaiaca	Acaiaca/MG	Ponte férrea sobre o rio do Carmo, em Acaiaca (MG)	-	-	-20,347100	-43,112740	697008,13	7748979,39	23	Ponto de referência do rio Gualaxo
Rio Gualaxo do Norte	RGN 07	ITG 64 M	Gualaxo Norte 07 - Mariana	Mariana/MG	Rio Gualaxo do Norte a cerca de 3,7 km da foz no rio do Carmo	-	-	-20,280900	-43,079200	700595,64	7756268,01	23	Ponto sugerido pelo CT de Restauração Florestal
	RGN 08	MG 04	Gualaxo Norte 08 – Barra Longa	Barra Longa/MG	Em ponte entre Gesteira e Barra Longa, a cerca de 1,0 km da foz no rio do Carmo	RDC-24	RD011	-20,286050	-43,065840	701984,60	7755681,56	23	Ponto de controle para avaliar o lançamento de rejeitos da mina da Samarco. Coincidente com o ponto RD011 do IGAM
Rio do Carmo	RCA 02 ⁽²⁾	MG 05	Carmo 02 – Barra Longa	Barra Longa/MG	Em Barra Longa, após a confluência com o rio Gualaxo do Norte (sobre ponte na saída de Barra longa)	RDC-22	RD071	-20,282957	-43,032488	705472,67	7755982,85	23	Ponto de alerta para avaliar a contribuição do rio Gualaxo do Norte ao rio do Carmo. Coincidente com o ponto RD071 do IGAM
	RCA 03	ITCE 02 J	Carmo 03 – Barra Longa	Barra Longa/MG	Rio do Carmo a jusante do tributário TC 02	-	-	-20,281700	-43,025500	706204,33	7756113,31	23	Ponto sugerido pelo CT de Restauração Florestal
	RCA 04	ITC 04 M	Carmo 04 – Barra Longa	Barra Longa/MG	Rio do Carmo a montante do tributário TC 04	-	-	-20,271800	-42,998700	709017,30	7757175,71	23	
Rio do Carmo	RCA 05	ITC 06 J	Carmo 05 – Barra Longa	Barra Longa/MG	Rio do Carmo a jusante do tributário TC 06	-	-	-20,258800	-42,990200	709922,81	7758604,23	23	Ponto sugerido pelo CT de Restauração Florestal
	RCA 06	ITC 09 J	Carmo 06 – Barra Longa	Barra Longa/MG	Rio do Carmo a cerca de 7,5 km da confluência com o rio Piranga	-	-	-20,268000	-42,971500	711864,15	7757561,79	23	
Rio Piranga	RPG 01	MG 06	Piranga 01 – Ponte Nova	Ponte Nova/MG	Rio Piranga a jusante de Ponte Nova	AFL-06	RD013	-20,383640	-42,902600	718899,86	7744668,22	23	Ponto de referência do rio Piranga. Coincidente com o ponto RD013 do IGAM
Rio Doce	RDO 01	MG 07 e MG 07M	Doce 01 – Rio Doce	Rio Doce/MG	A montante da UHE Risoleta Neves, na ponte da BR-120 na chegada do município de Santa Cruz do Escalvado	RDC-82	RD072	-20,255967	-42,910410	718263,59	7758814,59	23	Ponto de alerta à montante da UHE Risoleta Neves. Coincidente com o ponto RD072 do IGAM



**PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMA DE
ÁGUA E SEDIMENTOS**



Curso d'água	Código Novo	Código Antigo	Nome do Ponto	Município	Descrição do Ponto de Amostragem	Estação da Fundação coincidente	Estação do IGAM coincidente	Coordenadas Geográficas		Coordenadas UTM ⁽¹⁾			Justificativa
								Latitude	Longitude	Leste	Norte	Zona	
Trecho 02 - UHE Risoleta Neves até UHE Baguari													
Rio Doce	RDO 02 ⁽³⁾	CAN-03	Doce 02 – Rio Doce	Rio Doce/MG	A jusante do vertedouro da Barragem Candonga	CAN 03	-	-20,208663	-42,850916	724548,08	7763972,56	23	Ponto escolhido pela Fundação, faz parte do monitoramento da dragagem de Candonga
	RDO 03	MG 09	Doce 03 – São D. Prata	São Domingos do Prata/MG	Em areal em Sem Peixe, na BR-262	CAN 01	RD019	-20,014400	-42,744640	735947,96	7785335,22	23	Ponto de controle e alerta à jusante da UHE Risoleta Neves. Coincidente com o ponto RD019 do IGAM
Rio Matipó	RMA 01	MG 09.1	Matipó 01 – Raul Soares	Raul Soares/MG	Ponte em Raul Soares	-	RD021	-20,099800	-42,449100	766736,67	7775433,26	23	Ponto sugerido pelo CT de Conservação e Biodiversidade no rio Matipó. Coincidente com o ponto RD021 do IGAM
Rio Doce	RDO 04	MG 10	Doce 04 – Bom J. Galho	Bom Jesus do Galho/MG	Na ponte perdida sobre o rio Doce em área do Parque do IEF	RDC-56	-	-19,554190	-42,521420	760057,88	7835967,30	23	Ponto de controle à montante de Ipatinga. Coincidente com o ponto RD023 do IGAM
Rio Piracicaba	RPC 01	MG 11.1	Piracicaba 01 - Mariana	Mariana/MG	Dentro da Mina da Samarco	-	-	-20,178300	-43,501500	656587,38	7768081,37	23	Ponto de controle dos lançamentos da Samarco
	RPC 02	MG 11.2	Piracicaba 02 - Mariana	Mariana/MG	Ponte da MG-129	-	-	-20,159300	-43,419200	665209,05	7770104,82	23	Ponto de controle dos lançamentos da Samarco
	RPC 03	MG 11	Piracicaba 03 - Timóteo	Timóteo/MG	BR-381 em Timóteo	-	-	-19,525000	-42,644167	747217,66	7839381,48	23	Ponto de controle dos afluentes em stress.
Rio Doce	RDO 05	MG 13	Doce 05 – Belo Oriente	Belo Oriente/MG	No local da travessia da balsa em Cachoeira Escura	-	RD033	-19,320700	-42,364580	776918,75	7861579,02	23	Ponto de alerta a montante do remanso da UHE Baguari. Coincidente com o ponto RD033 do IGAM
Rio Santo Antônio	RSA 01 ⁽⁴⁾	MG 14	Santo Antônio 01 - Naque	Naque/MG	Areal ao lado da ponte BR-381 em Naque.	-	RD039	-19,232440	-42,327100	781009,87	7871293,03	23	Ponto de controle dos principais afluentes. Coincidente com o ponto RD039 do IGAM
	RSA 01M	MG 14M	Santo Antônio 02 – Belo Oriente	Belo Oriente/MG	Local de medição de vazão do ponto RSA 01.	-	-	-19,189674	-42,422902	771002,61	7876181,11	23	Coincidente com estação fluviométrica da ANA (Naque Velho - código 56825000).
Rio Doce	RDO 06	MG 15	Doce 06 – Periquito	Periquito/MG	No distrito de Pedra Corrida	-	RD083	-19,095560	-42,155000	799361,95	7886166,12	23	Ponto de controle a montante da UHE Baguari. Coincidente com o ponto RD083 do IGAM
Trecho 03 - UHE Baguari até UHE Aimorés													
Rio Doce	RDO 07	MG 17	Doce 07 – Periquito	Governador Valadares/MG	Ponto entre Baguari e Governador Valadares	-	-	-18,970810	-42,088320	806612,20	7899868,14	23	Ponto de controle 7,0 Km à jusante da UHE Baguari
	RDO 08	MG 18	Doce 08 – G. Valadares	Governador Valadares/MG	Ponte na rodovia Rio-Bahia	RDC-49	RD044	-18,883323	-41,952612	188912,37	7909486,66	24	Ponto de controle em Governador Valadares. Coincidente com o ponto RD044 do IGAM
Rio Suaçuí Grande	RSG 01	MG 19	Suaçuí 01 – G. Valadares	Governador Valadares/MG	No rio Suaçuí Grande	AFL-10	RD089	-18,854060	-41,786420	206382,68	7913011,84	24	Ponto de controle manancial alternativo de Governador Valadares. Coincidente com o ponto RD089 do IGAM
Rio Doce	RDO 09	MG 20	Doce 09 – Tumiritinga	Tumiritinga/MG	Em Tumiritinga no porto das balsas na margem esquerda do rio	-	RD053	-18,971460	-41,641605	221845,75	7900244,83	24	Ponto de controle Tumiritinga. Coincidente com o ponto RD053 do IGAM
Rio Caratinga	RCR 01	MG 20.1	Caratinga 01 – C. Pena	Conselheiro Pena/MG	Dentro da ETA de Barra do Cuieté	-	RD057	-19,063610	-41,531110	233633,72	7890211,67	24	Ponto sugerido pelo CT de Conservação e Biodiversidade no rio Caratinga. Coincidente com o ponto RD057 do IGAM
Rio Doce	RDO 10	MG 21	Doce 10 – Resplendor	Resplendor/MG	Na margem direita do rio em Resplendor	RDC-89	RD059	-19,328790	-41,252760	263318,88	7861251,39	24	Ponto de controle a montante do remanso de Aimorés em Resplendor. Coincidente com o ponto RD059 do IGAM
Rio Manhuaçu	RMH 01	MG 22	Manhuaçu 01 - Aimorés	Aimorés/MG	Localizada no rio Manhuaçu em Aimorés.	AFL-16	RD065	-19,483740	-41,094080	280204,71	7844306,26	24	Ponto de controle dos principais afluentes. Coincidente com o ponto RD065 do IGAM



**PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMA DE
ÁGUA E SEDIMENTOS**



Curso d'água	Código Novo	Código Antigo	Nome do Ponto	Município	Descrição do Ponto de Amostragem	Estação da Fundação coincidente	Estação do IGAM coincidente	Coordenadas Geográficas		Coordenadas UTM ⁽¹⁾			Justificativa
								Latitude	Longitude	Leste	Norte	Zona	
Trecho 04 - UHE Aimorés até a Foz													
Rio Doce	RDO 11	ES 01	Doce 11 – Baixo Guandu	Baixo Guandu/ES	Ponte sobre o rio Doce em Baixo Guandú	RDC-20	RD067	-19,506050	-41,013920	288650,080	7841937,06	24	Ponto de controle em Baixo Guandú à montante da UHE Mascarenhas
Rio Guandú	RGU 01	ES 01.1	Guandu 01 - Baixo Guandu	Baixo Guandu/ES	Na ES 165, 15 Km a montante de sua foz no rio Doce	-	-	-19,624668	-41,017857	288391,72	7828800,21	24	Ponto sugerido pelo CT de Conservação e Biodiversidade no rio Guandú
Rio Doce	RDO 12	ES 02	Doce 12 - Colatina	Colatina/ES	No IFES, em Itapina	RDC-57	-	-19,499290	-40,758740	315429,22	7842979,94	24	Ponto de alerta à jusante de Baixo Guandú e à montante de Colatina
	RDO 13	ES 03	Doce 13 - Colatina	Colatina/ES	Ponte no centro de Colatina	RDC-27	-	-19,535300	-40,635580	328395,12	7839121,87	24	Ponto de controle à montante de Colatina
	RDO 14	ES 04	Doce 14 - Colatina	Colatina/ES	A jusante de Colatina, ao lado de um areal	RDC-31	-	-19,510630	-40,554900	336836,94	7841931,34	24	Ponto de controle à jusante de Colatina, avaliação das ações de saneamento
	RDO 15	ES 05	Doce 15 - Linhares	Linhares/ES	Ponte sobre o rio Doce na BR-101 em Linhares	RDC-73	-	-19,407800	-40,064570	388224,85	7853704,30	24	Ponto de controle em Linhares
	RDO 16	ES 06	Doce 16 - Linhares	Linhares/ES	Em Regência, no porto	RDC-75	-	-19,646350	-39,823150	413701,23	7827444,40	24	Coincidente com o ponto P5
Lagoa do Limão	LLM 01	LM 1	Lagoa do Limão 01	Colatina/ES	Na lagoa, próximo ao canal de ligação ao rio Doce	-	-	-19,552000	-40,375100	355743,98	7837513,73	24	Ponto sugerido pelo CT de Conservação e Biodiversidade
	LLM 02	LM 2	Lagoa do Limão 02	Colatina/ES	Na lagoa, localizada mais ao sul do ponto LM 1	-	-	-19,561800	-40,387300	354472,72	7836418,74	24	Ponto sugerido pelo IEMA
	LLM 03	LM 3	Lagoa do Limão 03	Colatina/ES	Na lagoa, em área mais central do corpo d'água	-	-	-19,569400	-40,388600	354343,16	7835576,46	24	
Lagoa Juparanã	LJP 01	JP 1	Lagoa Juparanã 01	Linhares/ES	Na lagoa, localizados mais ao norte do ponto JP 2	-	-	-19,353326	-40,087235	385806,94	7859717,98	24	Ponto sugerido pelo CT de Conservação e Biodiversidade
	LJP 02	JP 2	Lagoa Juparanã 02	Linhares/ES	Na lagoa, próximo ao canal de ligação ao rio Doce	-	-	-19,350627	-40,084406	386102,23	7860018,54	24	Ponto sugerido pelo IEMA
	LJP 03	JP 3	Lagoa Juparanã 03	Linhares/ES	Na lagoa, na área norte do corpo d'água	-	-	-19,219900	-40,190800	374826,88	7874412,56	24	
Lagoa Nova	LVN 01	PN 1	Lagoa Nova 01	Linhares/ES	Na praia, em área utilizada para recreação pela comunidade	RDC-84	-	-19,416900	-40,154800	378756,88	7852636,21	24	Área utilizada para recreação pela comunidade
	LVN 02	PN 2	Lagoa Nova 02	Linhares/ES	No braço esquerdo, como ponto de controle	RDC-85	-	-19,387500	-40,168200	377327,81	7855880,45	24	Ponto de Controle
	LVN 03	PN 3	Lagoa Nova 03	Linhares/ES	No braço direito, próximo ao ponto onde Linhares pretende aduzir água	RDC-86	-	-19,394000	-40,150500	379191,48	7855173,58	24	Próximo ao Ponto onde Linhares pretende aduzir água
Lagoa Monsarás	LMN 01	PM 1	Lagoa Monsarás 01	Linhares/ES	Próximo ao canal que liga à lagoa ao rio Doce	RDC-87	-	-19,558600	-39,801600	415915,06	7837165,89	24	Próximo ao canal que liga à lagoa ao rio Doce
	LMN 02	PM 2	Lagoa Monsarás 02	Linhares/ES	Próximo ao Projeto TAMAR e área de contato com o mar	RDC-88	-	-19,554300	-39,770300	419196,33	7837656,82	24	Próximo ao Projeto TAMAR e área de contato com o mar
Lagoa do Areal	LAL 01	PA	Lagoa do Areal 01	Linhares/ES	Área sem zona morta ou interferência de lançamento de efluentes	RDC-109	-	-19,585500	-39,828000	413160,06	7834175,85	24	Área sem Zona Morta ou interferência de lançamento de efluentes
Lagoa do Areão (Pandolfi)	LAO 01	PP 1	Lagoa do Areão 01	Linhares/ES	Próximo ao canal de ligação com o rio Doce	RDC-121	-	-19,575900	-39,841700	411717,90	7835231,21	24	Próximo ao canal de ligação com o rio Doce
	LAO 02	PP 2	Lagoa do Areão 02	Linhares/ES	Área utilizada para recreação	RDC-122	-	-19,570500	-39,844000	411473,70	7835827,60	24	Área utilizada para recreação

Nota:

(1) Datum: SIRGAS2000;

(2) A estação telemétrica do ponto RCA 02 será instalada em ponto a montante do ponto de amostragem manual.

(3) O ponto RDO 02 somente contará com estação telemétrica de qualidade de água, não contando com amostragem manual.

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



4.3 Frequência de Amostragem

O PMQQS contempla amostragem manual bem como a instalação de estações automáticas para medição de parâmetros em tempo real. Os resultados da caracterização das amostras coletadas e das medições realizadas serão utilizados na avaliação da qualidade da água, de sedimentos e de indicadores biológicos. A frequência por tipologia de amostragem ou medição encontra-se detalhada a seguir.

4.3.1 Amostragem Manual

O PMQQS prevê monitoramento mensal da qualidade da água em todos os pontos de amostragem de rios e lagoas, incluindo medição de vazão e ensaios ecotoxicológicos.

O monitoramento da qualidade do sedimento será realizado a partir de coleta de amostras com frequência trimestral. Complementarmente, a amostragem de testemunhos de sedimento (i.e., perfil de 1,0 m) será realizada com frequência semestral e essas amostras serão analisadas para os mesmos parâmetros de qualidade de sedimentos, incluindo a datação de camadas por ^{210}Pb .

O monitoramento dos indicadores biológicos seguirá a seguinte frequência: os ensaios ecotoxicológicos serão conduzidos com frequência trimestral; a análise da comunidade fitoplanctônica será realizada mensalmente; a amostragem do perifíton ocorrerá durante o período chuvoso e seco, com coleta de duas amostras em cada período; e a comunidade bentônica será monitorada mensalmente.

A frequência do plano de amostragem é apresentada de maneira resumida na **Tabela 3**.

Tabela 3: Frequência de amostragem para qualidade de água e sedimento no rio Doce.

Locais de Amostragem	Matriz	Parâmetros ⁽¹⁾	Frequência de amostragem / medição
Amostragem Manual de Qualidade de Água e Sedimento			
Locais de amostragem em rios: RGN 01, RGN 06, RGN 08, RCA 01, RCA 02, RPG 01, RDO 01, RDO 03, RMA 01, RDO 04, RPC 01, RPC 02, RPC 03, RDO 05, RSA 01, RDO 06, RDO 07, RDO 08, RSG 01, RDO 09, RCR 01, RDO 10, RMH 01, RDO 11, RGU 01, RDO 12, RDO 13, RDO 14, RDO 15 e RDO 16.	Água superficial	Parâmetros físico-químicos, hidrobiológicos (fitoplâncton) e bacteriológicos	Mensal
		Ensaio Ecotoxicológicos	Trimestral
	Sedimento	Parâmetros físico-químicos	Trimestral
		Ensaio Ecotoxicológicos	Trimestral
Locais de amostragem em lagoas: LLM 01, LLM 02, LLM 03, LJP 01, LJP 02, LJP 03, LNV 01, LNV 02, LNV 03, LMN 01, LMN 02, LAL 01, LAO 01 e LAO 02	Testemunho de sedimento	Parâmetros físico-químicos, orgânicos e ^{210}Pb	Semestral (período seco e período chuvoso)
Locais de amostragem em rios: RVD 03, RVD 04, RGN 02, RGN 03, RGN 04, RGN 05, RGN 07, RCA 03, RCA 04, RCA 05 e RCA 06	Água superficial	Parâmetros físico-químicos, hidrobiológicos (fitoplâncton) e bacteriológicos	Mensal
		Ensaio Ecotoxicológicos	Trimestral



Locais de Amostragem	Matriz	Parâmetros ⁽¹⁾	Frequência de amostragem / medição
Locais de medição em rios: RGN 01, RGN 02, RGN 03, RGN 04, RGN 05, RGN 06, RGN 07, RGN 08, RCA 01, RCA 02, RCA 03, RCA 04, RCA 05, RCA 06, RPG 01, RDO 01, RDO 03, RMA 01, RDO 04, RPC 02, RPC 03, RDO 05, RSA 01M, RDO 07, RSG 01, RDO 09, RCR 01, RMH 01, RDO 11, RDO 12, RDO 14 e RDO 15	Água superficial	Descarga líquida	Mensal
Locais de amostragem em rios: RGN 08, RDO 01, RDO 03, RDO 06, RDO 07, RDO 09, RDO 12 e RDO 15	Água superficial	Material particulado em suspensão (descarga sólida, distribuição granulométrica, parâmetros físico-químicos)	Trimestral
Amostragem Biológica Manual			
Locais de amostragem em rios: RPG 01, RDO 03, RDO 04, RDO 05, RSA 01, RDO 06, RDO 07, RSG 01, RDO 09, RDO 10, RMH 01, RDO 11, RDO 12, RDO 13, RDO 14, RDO 15 e RDO 16	Sedimento	Biomonitoramento de macroinvertebrados bentônicos	Mensal
Locais de amostragem em rios: RGN 01, RDO 03 e RDO 04	Substrato	Perifíton	Duas coletas no período chuvoso e duas no período seco
Estações Automáticas			
Locais de amostragem em rios: RGN 01, RGN 06, RCA 01, RGN 08, RMA 01 RDO 07, RSG 01, RDO 09, RCR 01, RMH 01, RDO 11, RDO 14, RDO 15 e RDO 16 (Estações TIPO I)	Água superficial	Nível de água	Horária
Locais de amostragem em rios: RCA 02, RDO 01, RDO 02, RDO 03, RDO 04, RDO 05, RDO 08 e RDO 12 (Estações TIPO II)	Água superficial	Nível de água e parâmetros físico-químicos e hidrobiológicos	Horária

Nota:

(1) Listas completas dos parâmetros são apresentadas na Tabela 6 à Tabela 9.



Níveis de alerta serão considerados para alteração da frequência de amostragem dos parâmetros de qualidade de água. Caso sejam observadas elevações dos parâmetros turbidez e condutividade elétrica acima dos níveis de alerta: 1.050 NTU e 150 $\mu\text{S}/\text{cm}$, respectivamente, ou redução do oxigênio dissolvido a concentrações inferiores a 3,5 mg/L em alguma estação automática com sensor de qualidade de água (i.e., RCA 02, RDO 01, 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, físico-químicos, hidrobiológicos e bacteriológicos) será alterada para semanal nas seguintes estações:

- Em Minas Gerais: RGN 08, RCA 02, RDO 01, RDO 03, RDO 04, RDO 05, RDO 06, RDO 07; RDO 08; RDO 09 e RDO 10;
- No Espírito Santo: RDO 11, RDO 12, RDO 13 RDO 14, RDO 15; RDO 16; LLM 01, LLM 02, LLM 03, LJP 01, LJP 02, LJP 03, LNV 01, LNV 02, LNV 03, LMN 01, LMN 02, LAL 01, LAO 01 e LAO 02.

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 UNT) e da condutividade elétrica (150 $\mu\text{S}/\text{cm}$), e acima do nível de alerta o oxigênio dissolvido (3,5 mg/L). Para os demais parâmetros e matrizes, a frequência de amostragem não será alterada por esse critério.

Estes níveis de alerta foram determinados conforme Deliberação CIF n° 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.

4.3.2 Estações Automáticas

Com base na Deliberação CIF n° 17, o PMQQS contará também com monitoramento em tempo real, composto por estrutura fixa no local de medição, onde serão instalados equipamentos para medição de nível d'água bem como sondas de medição contínua de parâmetros de qualidade da água. As estações também contarão com equipamento de medição de parâmetros meteorológicos. Dessa forma, foram definidos dois tipos de estações automáticas, a saber:

- Estação TIPO I: estação telemétrica de monitoramento de nível do rio, sensor pluviométrico e temperatura do ar;
- Estação TIPO II: estação telemétrica de monitoramento de nível, medição de precipitação pluviométrica, temperatura do ar e sonda multiparamétrica para medição de qualidade de água.

Os dados medidos pelas Estações serão armazenados em *datalogger* e enviados via telemetria para um banco de dados.

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 por ambas as sondas sejam diferentes (maior que 5% do valor medido na sonda padrão), a sonda instalada será substituída por outra sonda calibrada ou por outros sensores calibrados, para garantir a confiabilidade dos dados monitorados. A calibração da sonda ou dos sensores será feita necessariamente em laboratório para evitar contaminação das soluções de calibração.

Nas Estações TIPO I sem turbidímetro, a frequência de visitas para manutenção das sondas será bimestral. Onde existir turbidímetro instalado, a frequência de visita será semanal.

As estações automáticas contarão com visitas 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.

Considera-se que a instalação destas estações (RCA 02, RDO 01, RDO 03, RDO 04, RDO 05, RDO 08 e RDO 12) será acompanhada por técnicos da ANA, do IGAM ou do IEMA e AGERH.



A seguir, estão detalhadas as estações TIPOS I e II, bem como estão listados os pontos nos quais cada tipo de estação será instalada.

4.3.2.1 Estação TIPO I

As estações TIPO I, as quais consistem em estação telemétrica de monitoramento de nível do rio com sensor pluviométrico e temperatura do ar, serão instaladas nos seguintes pontos:

- Em Minas Gerais: RGN 01, RGN 06, RCA 01, RGN 08, RMA 01, RDO 07, RSG 01, RDO 09, RCR 01 e RMH 01;
- No Espírito Santo: RDO 11, RDO 14, RDO 15, RDO 16 A Tabela 4, apresentada a seguir, contém informações específicas de cada estação TIPO I, no que se refere ao tipo de medidor de nível de água, infraestrutura necessária, instalação e coleta de amostras. Tais informações foram validadas a partir das visitas técnicas realizadas por equipe técnica da Fundação e profissionais das instituições que fazem parte da CT-SHQA.

Complementarmente, também serão instalados turbidímetros nos pontos RGN 01, RGN 06, RCA 01, RGN 08 e RDO 16.



Tabela 4: Descrição do local das estações TIPO I.

Código Novo	Código Antigo	Medição de Nível	Infraestrutura da Estação	Instalação da Estação
RGN 01	MG 01	Sensor de pressão a montante da cachoeira. Instalação de réguas linimétricas. Estação será equipada com turbidímetro.	Instalação em poste com cerca.	O sensor de pressão será instalado a montante da cachoeira formada pelas pedras (montante da ponte). A PCD (plataforma de coleta de dados) será instalada na margem direita próximo ao acesso de veículos.
RGN 06	MG 02	Radar embaixo da ponte. Fita métrica (retrátil) presa na ponte. Estação será equipada com turbidímetro.	Instalação em poste com cerca.	PCD será instalada na margem direita a jusante da ponte.
RCA 01	MG 03	Radar sob a ponte. Fita métrica (retrátil) presa na ponte. Estação será equipada com turbidímetro.	Instalação em poste com cerca.	PCD a montante, na margem esquerda. Dentro do cercado da fazenda ao lado. Localização da PCD pode mudar durante projeto executivo.
RGN 08	MG 04	Radar em baixo da ponte. Fita métrica (retrátil) presa na ponte. Estação será equipada com turbidímetro.	Instalação em poste com cerca.	PCD ficará na margem direita do lado jusante da ponte dentro da área cercada.
RMA 01	MG 09.1	Radar na estrutura da ponte. Fita métrica (retrátil) presa na ponte.	Instalação em poste com cerca.	Sem informação. Terreno ainda não definido pela prefeitura.
RDO 07	MG 17	Sensor de pressão. Não é necessário instalar régua.	Instalação em poste com cerca.	PCD será instalada na margem esquerda do rio.
RSG 01	MG 19	Sensor de pressão. Réguas linimétricas.	Instalação em poste com cerca.	PCD será instalada na margem esquerda, dentro do terreno do DER-MG.
RDO 09	MG 20	Sensor de pressão. Réguas linimétricas.	Instalação em poste com cerca.	PCD será 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.	Instalação em poste com cerca.	PCD será instalada na margem direita do rio, junto ao ponto de captação da ETA.
RMH 01	MG 22	Radar na estrutura da ponte. Fita métrica (retrátil) presa na ponte.	Instalação em poste com cerca.	PCD será instalada na margem direita do rio.



PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMA DE ÁGUA E SEDIMENTOS



Código Novo	Código Antigo	Medição de Nível	Infraestrutura da Estação	Instalação da Estação
RDO 11	ES 01	Sensor de pressão. Réguas linimétricas.	Instalação em poste sem cerca ⁽¹⁾ .	PCD será instalada na margem esquerda do rio, dentro de terreno particular.
RDO 14	ES 04	Sensor de pressão. Réguas linimétricas.	Instalação em poste sem cerca.	A PCD ficará instalada no top de um barranco próximo a área de manobra, na margem esquerda do rio.
RDO 15	ES 05	Radar na estrutura da ponte. Fita métrica (retrátil) presa na ponte.	Instalação em poste com cerca.	A PCD ficará instalada próxima aos mastros das bandeiras na praça pública, na margem esquerda do rio. Sensor radar localizado na ponte.
RDO 16	ES 06	Radar na estrutura do píer. Réguas linimétricas. Estação será equipada com turbidímetro.	Instalação em poste sem cerca.	A PCD ficará instalada no porto de Regência, na margem direita do rio.

Nota:

(1) Por motivos de segurança do trabalho e patrimonial, a estação será instalada na margem esquerda do rio em ponto próximo à ponte onde já existe uma PCD da UHE Mascarenhas. Neste local, a autorização para instalação da estação já foi emitida validando o local quanto aos requisitos técnicos e de segurança.



4.3.2.2 Estação TIPO II

As estações TIPO II, as quais consistem em estação telemétrica de monitoramento de nível do rio com sensor pluviométrico, temperatura do ar e sonda multiparamétrica de qualidade de água, serão instaladas nos seguintes pontos:

- Em Minas Gerais: RCA 02, RDO 01, RDO 02, RDO 03, RDO 04, RDO 05 e RDO 08;
- No Espírito Santo: RDO 12

A Tabela 5, apresentada a seguir, contém informações específicas de cada estação TIPO II, no que se refere ao tipo de medidor de nível de água, infraestrutura necessária, instalação e coleta de amostras. Tais informações foram validadas a partir das visitas técnicas realizadas por equipe técnica da Fundação e profissionais das instituições que fazem parte da CT-SHQA.



Tabela 5: Descrição do local das estações TIPO II.

Código Novo	Código Antigo	Medição de Nível	Infraestrutura da estação	Descrição do local de instalação da estação
RCA 02	MG 05	Radار na estrutura da ponte. Fita métrica (retrátil) presa na ponte.	Em poste, dentro de terreno à margem do rio	PCD ficará na margem direita, atravessando a rua.
RDO 01	MG 07 e MG 07M	Sensor de pressão a montante da cachoeira. Instalação de réguas linimétricas.	n/a	PCD será instalada na margem direita a 30 metros da posição de instalação da sonda.
RDO 02	CAN-03	n/a	Instalação em poste com cerca.	PCD será instalada na margem esquerda a 40 metros da margem.
RDO 03	MG 09	Sensor de pressão a montante da cachoeira. Instalação de réguas linimétricas.	Poste sem cercado.	PCD será instalada a 20 metros da margem esquerda. A sonda será instalada em um flutuador tipo catamarã para poder ser posicionada afastada da margem. Local de encosta instável.
RDO 04	MG 10	Radار na estrutura da ponte. Fita métrica (retrátil) presa na ponte.	Poste preso à estrutura da ponte.	A PCD deverá ser instalada em poste e presa a estrutura da Ponte Perdida.
RDO 05	MG 13	Sensor de pressão. Réguas linimétricas.	Instalação em poste com cerca.	PCD será instalada na margem esquerda, próxima ao local de travessia de balsa.
RDO 08	MG 18	Sensor de pressão. Réguas linimétricas.	Instalação em poste sem cerca	A PCD será instalada ao lado de um flutuador de captação da ETA na margem direita do rio.
RDO 12	ES 02	Sensor de pressão. Réguas linimétricas.	Instalada em poste com cerca.	A PCD ficará instalada na margem esquerda do rio, próxima a torre de captação. A sonda multiparamétrica será instalada a montante do ponto de captação de água da escola (dentro do IFES de Itapina).



4.4 Parâmetros a serem monitorados

Os parâmetros que serão 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. Foram incluídos os parâmetros cujos resultados apresentaram alterações significativas durante e após a passagem da lama proveniente do rompimento da barragem de rejeitos de Fundão. Foram incluídos também parâmetros não avaliados nas campanhas de monitoramento especiais, mas que podem 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.

Além dos parâmetros de qualidade requisitados pela CT-SHQA, foi mantida a avaliação de metais nas amostras de água, nas formas total e dissolvida em todos os casos, já que, como as análises de metais são feitas por varreduras de amplo espectro, o esforço adicional para determinar vários metais é relativamente pequeno.

Nesta seção são apresentados os parâmetros de qualidade de água e sedimentos que serão avaliados no PMQQS e justificativas de monitoramento dos mesmos. Os procedimentos de amostragem de água e sedimentos e análise de todos os parâmetros são apresentados no **Anexo C**. A análise das amostras será realizada por laboratórios acreditados nos termos da ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005 junto ao Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) e seguirá as instruções descritas no **Anexo C**.

Ressalta-se que os limites de quantificação de cada parâmetro de qualidade de água avaliados serão compatíveis com os padrões de qualidade definidos para águas enquadradas como classe 2 segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005 e da Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008. 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.

Para a realização das análises laboratoriais, o laboratório terá pessoal qualificado com formação técnica em química ou área correlata, para a realização de todas as análises químicas, físico-químicas e biológicas para as duas matrizes em questão (água e sedimento). O laboratório responsável pelas análises emitirá laudos individualizados para cada ponto de monitoramento, podendo os laudos agrupar todos os parâmetros daquele ponto específico. Todos os laudos de análises laboratoriais serão atestados por profissional habilitado junto ao Conselho Regional de Química (CRQ) ou ao Conselho Regional de Biologia (CRBio). Os laudos originais de resultado de análises, bem como as memórias dos cálculos analíticos, serão arquivados pelo laboratório durante 05 (cinco) anos, de maneira acessível para posteriores avaliações técnicas da pela CT-SHQA.

4.4.1 Parâmetros de qualidade de água e sedimentos de amostragem manual

4.4.1.1 Parâmetros de Campo

A **Tabela 6** apresenta a lista de parâmetros que serão avaliados em campo nos 56 pontos de monitoramento de água, localizados nos rios e nas lagoas, descritos na **Seção 4.2**.



Tabela 6: Medições de campo para monitoramento da qualidade da água.

Parâmetro	Unid.	Justificativa ^(a)
pH	-	Parâmetro básico necessário para avaliação conjunta da toxicidade de outros elementos na água.
Condutividade elétrica	µS/cm	Permite avaliar indiretamente alterações na composição iônica da água.
Temperatura do ar	°C	Parâmetros básicos necessários para determinação de diversos outros parâmetros.
Temperatura da água	°C	
Oxigênio dissolvido	mg/L	Parâmetros básicos necessários para avaliar indiretamente a contaminação por substâncias biologicamente oxidáveis na água
Oxigênio dissolvido (saturação)	%	
Potencial redox	mV	Parâmetro básico necessário para avaliação conjunta da toxicidade de outros elementos na água.
Turbidez	UNT	Permite avaliar indiretamente a concentração de sedimento em suspensão na água
Salinidade ^(b)	PSU	Parâmetro básico para pontos de amostragem de água salobra e salina ^(d)
Transparência de Secchi ^(c)	m	Parâmetro necessário para determinação das zonas fótica e afótica na coluna d'água ^(d)

Nota: µS/cm = *microSiemens* por centímetro; mg/L = miligramas por litro; UNT = Unidades Nefelométricas de Turbidez.

(a) Justificativas conforme constam no documento anexo à Deliberação da CIF nº 17.

(b) Apenas nos pontos RDO 16 e LMN 02.

(c) Apenas nos pontos das 14 lagoas.

(d) Justificativa elaborada pela Golder.

Nos 14 pontos localizados nas lagoas serão realizados, também, perfis de temperatura da água, oxigênio dissolvido, percentual de saturação de OD, pH, condutividade elétrica, turbidez e potencial redox a cada 0,50 m, ao longo de toda a profundidade. A sonda utilizada irá dispor de sensores para os parâmetros turbidez e oxigênio dissolvido e irá permitir a determinação de turbidez na faixa de 0 a 4.000 NTU. Em caso de registros superiores ao limite máximo de leitura da sonda, será realizada diluição.

4.4.1.2 Análise Laboratorial

Os parâmetros de qualidade da água a serem analisados incluem parâmetros convencionais, principais íons, nutrientes, metais totais e dissolvidos, bem como indicadores biológicos (**Tabela 7**).

Os parâmetros de qualidade de sedimentos incluem parâmetros físico-químicos convencionais, metais totais e indicadores biológicos (**Tabela 8**).



Tabela 7: Parâmetros para monitoramento da qualidade de água superficial.

Parâmetro	Unid.	Justificativa ^(a)
pH	-	Parâmetro básico necessário para determinação de diversos outros parâmetros.
Condutividade elétrica	µS/cm	Permite avaliar indiretamente alterações na composição iônica da água.
Sólidos totais	mg/L	Parâmetro associado à presença de partículas na água
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	
Sólidos em Suspensão	mg/L	
Sólidos sedimentáveis	mL/L	
Cor verdadeira	mg Pt/L	Avalia a presença de partículas dissolvidas
DBO, 5 dias, 20°C	mg/L de O ₂	Parâmetro que avalia a presença de compostos oxidáveis biodegradáveis.
Carbono orgânico total	mg/L	Parâmetro complementar à DBO, avalia a presença de compostos orgânicos oxidáveis não biodegradáveis.
Carbono orgânico dissolvido	mg/L	Necessário para avaliação de QA/QC ^(b)
Alcalinidade total	mg/L de CaCO ₃	Parâmetro que avalia a capacidade de tamponamento da água.
Dureza Total	mg/L de CaCO ₃	Necessário para avaliação de QA/QC
<i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i>)	UFC/100 mL	Parâmetro que avalia a contaminação por fezes humanas e a presença potencial de outros organismos patogênicos da mesma origem.
Clorofila-a	µg/L	Parâmetro utilizado para avaliar a ocorrência de florações de fitoplâncton.
Feoftina	µg/L	Parâmetro indica o estado fisiológico do fitoplâncton, sendo importante junto com a clorofila-a na avaliação da produtividade primária. A concentração de clorofila é fortemente influenciada por variações físico-químicas e por outros fatores, tendo a feofitina como um produto da sua alteração. ^(b)
Cálcio	mg/L de Ca	Macro constituinte iônico
Cianeto	mg/L de CN	Parâmetro complementar solicitado pelo IBAMA
Cloreto Total	mg/L	Parâmetro que avalia indiretamente o lançamento de efluentes sanitários na água.
Magnésio	mg/L de Mg	Macro constituinte iônico
Sódio	mg/L de Na	Macro constituinte iônico
Sulfeto Total	mg/L	Parâmetro associado a ocorrência de processos anaeróbios de decomposição de matéria orgânica
Sulfeto (H ₂ S não dissociado)	mg/L de S	Parâmetro associado à ocorrência de processos anaeróbios de decomposição de matéria orgânica
Nitrato	mg/L	Parâmetros associados ao lançamento de esgotos sanitários e decorrente da decomposição de substâncias nitrogenadas utilizadas no processo de tratamento de mineração. É um dos parâmetros determinantes para a ocorrência de florações de fitoplâncton.
Nitrito	mg/L	
Nitrogênio Total Kjeldahl	mg/L	
Nitrogênio orgânico	mg/L	
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	
Fósforo total	mg/L	Parâmetros associados ao lançamento de esgotos sanitários e um dos parâmetros determinantes para a
Fósforo dissolvido	mg/L	



Parâmetro	Unid.	Justificativa ^(a)
Polifosfatos	mg/L	ocorrência de florações de fitoplâncton. Possibilitam o monitoramento dos efeitos potenciais relativos ao replantio.
Metais e Metalóides (formas total e dissolvida)		
Alumínio	mg/L	Inclui parâmetros associados a atividades de mineração que foram detectados em níveis elevados após a ruptura da barragem
Antimônio	mg/L	
Arsênio	mg/L	
Bário	mg/L	
Berílio	mg/L	
Boro	mg/L	
Cádmio	mg/L	
Cromo	mg/L	
Cobalto	mg/L	
Cobre	mg/L	
Ferro - Especificação Fe ²⁺ e Fe ³⁺	mg/L	
Chumbo	mg/L	
Manganês	mg/L	
Mercúrio Total- Especificação metilHg dimetilHg	mg/L	
Molibdênio	mg/L	
Níquel	mg/L	
Selênio	mg/L	
Prata	mg/L	
Vanádio	mg/L	
Zinco	mg/L	

Nota:

mg/L = miligramas por litro; $\mu\text{S/cm}$ = microSiemens por centímetro; Pt = unidade de cor verdadeira; UV = ultravioleta; - = não aplicável.

(a) Justificativas conforme constam no documento anexo à Deliberação da CIF nº 17.

(b) Justificativa elaborada pela Golder.



Tabela 8: Parâmetros para monitoramento da qualidade de sedimentos no rio Doce.

Parâmetro	Unid.	Justificativa ^(a)	
pH	-	Fornecem uma descrição geral da qualidade do sedimento	
Potencial de oxidação-redução (ORP)	mV		
Distribuição granulométrica	%		
Carbono orgânico total	%		
Fósforo Total	mg/kg	Nutrientes associados a processos de floração de fitoplâncton	
Nitrogênio Total Kjeldahl	mg/kg		
HCH (Alfa-HCH)	µg/kg	Inclui parâmetros detectados na água após a ruptura da barragem	
HCH (Beta-HCH)	µg/kg		
HCH (Delta-HCH)	µg/kg		
HCH (Gama-HCH/Lindano)	µg/kg		
Clordano (Alfa)	µg/kg		
Clordano (Gama)	µg/kg		
DDD	µg/kg		
DDE	µg/kg		
DDT	µg/kg		
Dieldrin	µg/kg		
Endrin	µg/kg		
Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA)	µg/kg		
Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (HPT)	mg/kg		
Bifenilas Policloradas	µg/kg		
Fenóis	mg/kg		
Alumínio	mg/kg		Inclui parâmetros potencialmente passíveis de disponibilização
Antimônio	mg/kg		
Arsênio	mg/kg		
Bário	mg/kg		
Berílio	mg/kg		
Boro	mg/kg		
Cádmio	mg/kg		
Cromo	mg/kg		
Cobalto	mg/kg		
Cobre	mg/kg		
Estrôncio	mg/kg		
Ferro	mg/kg		
Chumbo	mg/kg		
Manganês	mg/kg		
Mercúrio	mg/kg		
Molibdênio	mg/kg		
Níquel	mg/kg		
Selênio	mg/kg		
Prata	mg/kg		
Vanádio	mg/kg		
Zinco	mg/kg		

Nota:

mg/kg = miligramas por quilograma; µg/kg = microgramas por quilograma; mV = milivolts; - = não aplicável.

(a) Justificativas conforme constam no documento anexo à Deliberação da CIF nº 17



4.4.2 Estações Automáticas

As estações do TIPO I irão monitorar os seguintes parâmetros:

- Temperatura do ar;
- Nível d'água;
- Turbidez (somente em 5 pontos das Estações Tipo I – RGN 01, RGN 06, RGN 08, RCA 01 e RDO 16).

As estações do TIPO II, providas de sondas multiparamétricas, monitorarão os seguintes parâmetros da Tabela 9.

Tabela 9: Parâmetros de qualidade de água monitoradas pelas Estações Automáticas TIPO II.

Parâmetro	Faixa de Medição ⁽¹⁾
Clorofila-A	0 até 400 µg/L
Cianobactérias	0 até 100 µg/L (Ficocianina)
Condutividade	0 até 200 mS/cm
Temperatura	-5 até 50°C
Turbidez	0 até 4000 NTU
Oxigênio Dissolvido	0 até 50 mg/L
Oxigênio dissolvido saturado	0 a 100%
pH	0 a 14

Nota:

(1) Faixas de medição baseadas no equipamento EXO2 (Marca YSI), que será adquirido pela Fundação Renova.

A sonda a ser utilizada irá dispor de sensores óticos para os parâmetros turbidez e permite a determinação de turbidez na faixa de 0 a 4000 NTU. Em caso de registros superiores ao limite máximo de leitura da sonda, será encaminhada uma amostra para o laboratório de acordo com a frequência definida nos níveis de alerta, ou seja, semanal.

4.4.3 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.

Visitas de campo foram realizadas com a participação da Fundação Renova, IBAMA, ANA, IGAM, IEMA e AGERH para avaliação dos locais de amostragem e de medição da descarga líquida nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. A partir dessas visitas, verificou-se a impossibilidade de medição de descarga líquida nos pontos RCP 01, RSA 01, RDO 06, RDO 08, RDO 10, RGU 01, RDO 13 e RDO 16. Para o ponto RSA 01, foi definido outro local exclusivamente para medição de descarga líquida (RSA 01M), coincidente com estação fluviométrica da ANA (Naque Velho - código 56825000). Tais pontos foram excluídos por apresentarem características que não atendem aos requisitos hidráulicos de uma estação fluviométrica (e.g., locais de remanso, presença de bancos de areia e leito muito rochoso).



Os procedimentos de amostragem a serem empregados para a medição de descarga líquida são descritos no **Anexo C**.

4.4.4 Descarga Sólida

Os procedimentos de medição de descarga sólida são apresentados no **Anexo C**.

Nos pontos em que a descarga sólida for avaliada, será realizada também coleta e análise do Material Particulado em Suspensão (MPS) para os parâmetros listados na Tabela 10, considerando-se os métodos de amostragem e análise descritos no **Anexo C**.

Tabela 10: Parâmetros a serem analisados no Material Particulado em Suspensão (MPS).

Parâmetro	Unidade	Justificativa ^(a)
Carbono Orgânico Total	(%)	As concentrações de metais tendem a ter uma correlação com o teor de carbono orgânico e tamanhos de partícula mais finos ^(b)
Fósforo Total	(mg/Kg P)	Nutrientes associados aos processos de floração de fitoplâncton
Nitrogênio Total	(mg/Kg N)	
Nitrogênio Total Kjeldahl	(mg/Kg N)	
Alumínio Total	(mg/Kg Al)	Parâmetros associados às atividades de mineração. Quantificados em níveis elevados na água após o rompimento da barragem
Antimônio Total	%	
Arsênio Total	(mg/Kg As)	
Bário Total	(mg/Kg Ba)	
Boro Total	(mg/Kg B)	
Cádmio Total	(mg/Kg Cd)	
Chumbo Total	(mg/Kg Pb)	
Cobre Total	(mg/Kg Cu)	
Cromo Total	(mg/Kg Cr)	
Ferro Total	(%)	
Manganês Total	(%)	
Mercúrio Total	(mg/Kg Hg)	
Níquel Total	(mg/Kg Ni)	
Selênio Total	(mg/Kg Se)	
Vanádio Total	(mg/Kg V)	
Zinco Total	(mg/Kg Zn)	

(a) Justificativas conforme constam no documento anexo à Deliberação da CIF nº 17.

(b) Justificativa elaborada pela Golder.

4.4.5 Bioindicadores

Nos pontos localizados em rios e lagoas marginais (ver Tabela 3) serão avaliados bioindicadores que incluem fitoplâncton, perifíton e macroinvertebrados bentônicos (Tabela 11). O detalhamento da metodologia de amostragem e análise desses bioindicadores é apresentado no **Anexo C**.



Tabela 11: Bioindicadores a serem avaliados no PMQQS.

Bioindicador	Justificativa
Fitoplâncton – qualitativo e quantitativo (n° cel/mL)	Avalia a diversidade de organismos fitoplanctônicos e quantifica as espécies presentes, especialmente as cianobactérias que são potencialmente tóxicas. ^(a)
Perifíton	A comunidade perifítica é sensível à qualidade de água, sendo considerado importante bioindicador. Este bioindicador foi requisitado, de forma adicional, pelo IBAMA ^(b)
Macroinvertebrados bentônicos	Bioindicadores da recuperação da bacia, através da determinação dos índices saprobiótico e BMWP (<i>Biological Monitoring Working Party</i>). ^(b)

Nota:

- (a) Justificativas conforme constam no documento anexo à Deliberação da CIF nº 17.
- (b) Justificativa elaborada pela Golder.

4.4.6 Ensaios Ecotoxicológicos

Em todos os pontos localizados em rios e lagoas marginais (ver **Tabela 3**) serão realizados testes de ecotoxicidade crônica na água utilizando os organismos: *Ceriodaphnia dubia* e *Pseudokirchneriella subcapitata*.

Nos pontos RGN 06, RGN 08, RCA 02, RDO 01 e nos 14 pontos localizados nas lagoas marginais, serão feitos também testes de ecotoxicidade aguda na água utilizando os organismos *Danio rerio* e *Daphnia similis*.

Além disso, em todos os pontos localizados em rios e lagoas marginais (ver **Tabela 3**) serão realizados também testes de ecotoxicidade crônica em amostras de sedimentos com a preparação dos elutriados, utilizando a *Ceriodaphnia dubia*.

Os procedimentos de amostragem e análise para os ensaios ecotoxicológicos em água e sedimentos dos rios e lagoas são apresentados no **Anexo C**.

4.5 Tipologia das Estações

Após as visitas de campo realizadas pelos representantes da Fundação Renova e da Câmara Técnica de Segurança Hídrica e Qualidade de Água verificou-se a impossibilidade de medição de descarga líquida nos pontos RCP 01, RSA 01, RDO 06, RDO 08, RDO 10, RGU 01, RDO 10, RDO 13 e RDO 16. Para o ponto RSA 01, foi definido outro local exclusivamente para medição de descarga líquida, o ponto RSA 01M coincidente com estação fluviométrica da ANA (Naque Velho - código 56825000).

De acordo com a classificação da ANA, dependendo dos parâmetros medidos e equipamentos de cada estação de monitoramento, são adotadas as seguintes designações para tipologia destas conforme apresentada na Tabela 12



Tabela 12: Tipologia das estações de monitoramento nos rios e lagoas do PMQQS.

Tipologia Estações	Fluviométrica Tipo FP (nível e precipitação)	Tipo D (descarga líquida)	Tipo S (descarga sólida)	Tipo Q (qualidade de água e sedimento)	Tipo T (telemetria)	Código Estações ⁽¹⁾
FPDSQT	X	X	X	X	X	RGN 08, RDO 01, RDO 07, RDO 09, RDO 12 e RDO 15
FPDQT	X	X		X	X	RGN 01, RGN 06, RCA 01, RCA 02, RDO 03, RMA 01, RDO 04, RDO 05, RSG 01, RCR 01, RMH 01, RDO 11 e RDO 14
FPQT	X			X	X	RDO 16, RDO 08 ⁽²⁾
DQ		X		X		RGN 02, RGN 03, RGN 04, RGN 05, RGN 07, RCA 03, RCA 04, RCA 05, RCA 06, RPG 01, RCP 02 e RSA 01 ⁽¹⁾
SQ			X	X		RDO 06
Q				X		RVD 03, RVD 04, RDO 16, RCP 01, RCP 03, RDO 10, RGU 01, RDO 13, LLM 01, LLM 02, LLM 03, LJP 01, LJP 02, LJP 03, LNV 01, LNV 02, LNV 03, LMN 01, LMN 02, LAL 01, LAO 01 e LAO 02
T					X	RDO 02 ⁽³⁾

(1) A estação RSA 01 contará com a medição de descarga líquida em um ponto específico, o RSA 01M.

(2) A estação RDO 08, além de medição de qualidade de água e sedimento, contará com estação telemétrica com sonda multiparamétrica.

(3) A estação RDO 02 contará com estação telemétrica com sonda multiparamétrica apenas.



5.0 PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTOS DA ZONA COSTEIRA E ESTUÁRIOS

5.1 Contextualização do Programa

A rede de monitoramento proposta para a zona estuarina e costeira se caracteriza como uma rede de tendência, ou seja, ela é definida em pontos representativos para o acompanhamento da evolução da qualidade das águas e sedimentos, a identificação de tendências e o apoio à elaboração de diagnósticos.

A seção do PMQQS para a Zona Costeira e Estuários, cujo escopo foi previamente definido no âmbito da Nota Técnica DT/Monitoramento Marinho nº16/2016, parte integrante do documento anexo à Deliberação CIF nº 17, apresenta forte interação com o Termo de Referência 04 da Câmara Técnica de Biodiversidade (CTBio), que apresenta as medidas de monitoramento necessárias ao atendimento à Cláusula 165 do TTAC. Após constatadas várias sobreposições de pontos amostrais e monitoramentos previstos entre o Termo de Referência 4 da CTBio e o PMQQS, a CT-SHQA solicitou, através da Nota Técnica nº 07, a exclusão de todos os pontos amostrais localizados além da isóbata de 10 metros de profundidade do PMQQS, pois os mesmos já estavam previstos no referido Termo da CTBio. Sendo assim, o PMQQS somente contemplará o monitoramento da qualidade da água e sedimentos em pontos de amostragem da zona estuarina e zona costeira.

5.2 Pontos de Amostragem

Com base na Nota Técnica DT / Monitoramento Marinho nº 016/2016 e, adicionalmente, considerando-se a Nota Técnica 08 da CT-SHQA, foram definidos 36 pontos representativos dos grupos Estuários e Zona Costeira:

- **Estuários:** Corresponde aos 18 pontos amostrais localizados em 11 estuários ao longo da costa central e norte do Espírito Santo e sul da Bahia. Em cada estuário foram definidos dois pontos a serem monitorados, um mais próximo e outro mais afastado da foz, com exceção do rio Doce e dos estuários do sul da Bahia, para os quais definiu-se apenas um ponto representativo da foz;
- **Zona Costeira:** Corresponde aos 18 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, no Espírito Santo, e Caravelas, na Bahia. Esses pontos são coincidentes com o final dos transecto de monitoramento de praias propostos pelo ICMBio no âmbito do Termo de Referência 4 - Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática - Anexo 4 (Monitoramento de Potenciais Impactos do Rejeito de Minério de Ferro na Praia e Antepraia Adjacentes da Desembocadura do Rio Doce).

Os pontos dos grupos Zona Costeira e Estuarina são apresentados na Tabela 13. Em todos os pontos de monitoramento serão coletadas amostras em duas profundidades: superfície (15 cm abaixo da superfície do mar) e fundo (50 cm acima do leito submarino). Estas profundidades permitem avaliar a influência da pluma de sedimentos do rio sobre as camadas superficial e de fundo, que podem ser influenciadas de forma diferente por este fator e pela ressuspensão de sedimentos do fundo provocada por processos meteoceanográficos. Os pontos do grupo Zona Costeira indicam apenas a posição em relação à costa e serão deslocados em direção ao mar para coincidirem com a isóbata de 10 m durante a primeira campanha de campo.

Um mapa geral de todos os pontos de amostragem é apresentado na Figura 6. Para melhorar a visualização da exata localização de cada ponto são apresentados mapas setorizados na seguinte ordem: do setor sul, foz do rio Doce e setor norte da Figura 7 à Figura 9.



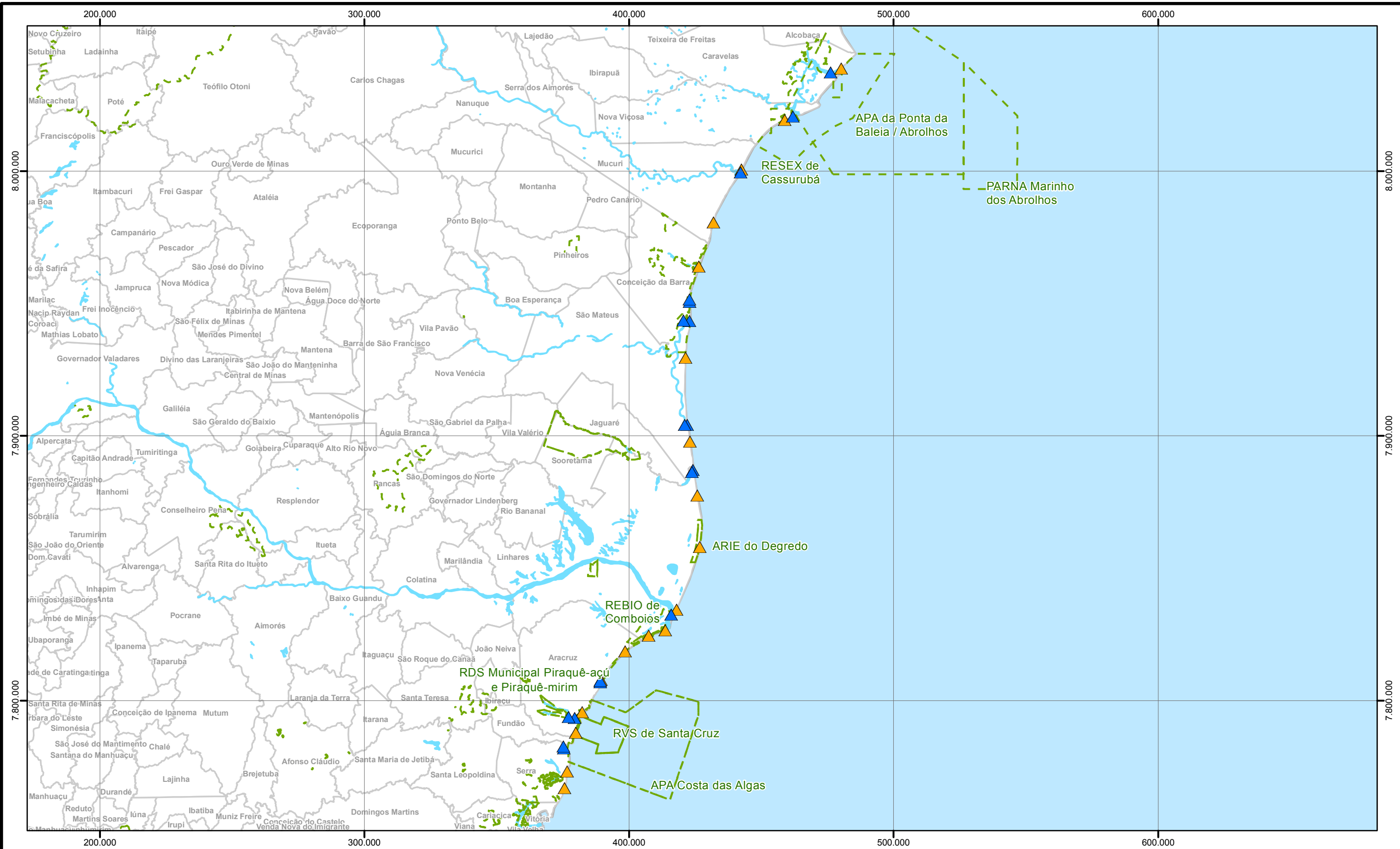
Tabela 13: Localização dos Pontos de Amostragem do PMQQS da Zona Costeira e Estuários. Datum horizontal: SIRGAS 2000.

Grupo	Município	Nome do Ponto de Amostragem	Código do Ponto de Amostragem		Coordenadas Geográficas		Coordenadas UTM		
			Novo	Antigo	Latitude	Longitude	Zona	Leste (m)	Sul (m)
Estuários	Caravelas/BA	Estuário Rio Caravelas/Caravelas	ERC 02	ERC 02	-17,751	-39,226	24 K	476094	8037314
	Nova Viçosa/BA	Estuário Rio Caravelas/Nova Viçosa	ERC 01	ERC 01	-17,902	-39,360	24 K	461911	8020599
	Mucuri/BA	Estuário Rio Mucuri	ERU 01	ERM 01	-18,093	-39,548	24 K	442063	7999449
	Conceição da Barra/ES	Estuário Itaúnas 01	EIT 01	EIT 01	-18,535	-39,731	24 K	422889	7950499
	Conceição da Barra/ES	Estuário Itaúnas 02	EIT 02	EIT 02	-18,525	-39,732	24 K	422753	7951524
	Conceição da Barra/ES	Estuário Cricaré 01	ECR 01	ECR 01	-18,600	-39,731	24 K	422829	7943282
	Conceição da Barra/ES	Estuário Cricaré 02	ECR 02	ECR 02	-18,597	-39,753	24 K	420526	7943628
	São Mateus/ES	Estuário Barra Nova 01	EBN 01	EBN 01	-18,953	-39,741	24 K	421995	7904161
	São Mateus/ES	Estuário Barra Nova 02	EBN 02	EBN 02	-18,954	-39,751	24 K	420969	7904142
	Linhares/ES	Estuário Rio Ipiranga 01	ERI 01	EUR 01	-19,108	-39,721	24 K	424140	7887067
	Linhares/ES	Estuário Rio Ipiranga 02	ERI 02	EUR 02	-19,115	-39,725	24 K	423749	7886264
	Linhares/ES	Estuário Rio Doce 01	ERD 01	ES 07	-19,601	-39,802	24 K	415914	7832493
	Aracruz/ES	Estuário Rio Riacho 01	ERR 01	ERR 01	-19,831	-40,059	24 K	389085	7806857
	Aracruz/ES	Estuário Rio Riacho 02	ERR 02	ERR 02	-19,825	-40,059	24 K	389124	7807504
	Aracruz/ES	Estuário Piraquê-Açú 01	EPA 01	EPA 01	-19,951	-40,153	24 K	379342	7793472
	Aracruz/ES	Estuário Piraquê-Açú 02	EPA 02	EPA 02	-19,949	-40,174	24 K	377101	7793777
	Fundão/ES	Estuário Rio Reis Magos 01	ERM 01	ERM 01	-20,055	-40,192	24 K	375333	7781963
Fundão/ES	Estuário Reis Magos 02	ERM 02	ERM 02	-20,049	-40,194	24 K	375111	7782684	



Grupo	Município	Nome do Ponto de Amostragem	Código do Ponto de Amostragem		Coordenadas Geográficas		Coordenadas UTM		
			Novo	Antigo	Latitude	Longitude	Zona	Leste (m)	Sul (m)
Zona Costeira	Aracruz/ES	Refúgio	ZCS 01	S1	-20,002	-40,148	24 K	379909	7787892
	Aracruz/ES	Padres	ZCS 02	S2	-19,933	-40,125	24 K	382271	7795558
	Aracruz/ES	Barra do Riacho	ZCS 03	S3	-19,823	-40,057	24 K	389347	7807767
	Aracruz/ES	Comboios	ZCS 04	S4	-19,726	-39,969	24 K	398484	7818546
	Linhares/ES	Regência	ZCS 05	S5	-19,669	-39,869	24 K	408882	7824964
	Linhares/ES	Regência	ZCS 06	S5-R	-19,666	-39,861	24 K	409695	7825282
	Serra/ES	Jacaraípe	ZCS 07	S6	-20,135	-40,182	24 K	376487	7773128
	Serra/ES	Manguinhos	ZCS 08	S7	-20,191	-40,191	24 K	375537	7766940
	Linhares/ES	Povoação	ZCN 01	N1	-19,584	-39,783	24 K	417864	7834350
	Linhares/ES	Vila de Cacimbas	ZCN 02	N2	-19,371	-39,698	24 K	426647	7857980
	Linhares/ES	Pontal do Ipiranga	ZCN 03	N3	-19,195	-39,706	24 K	425785	7877396
	São Mateus/ES	Urussuquara	ZCN 04	N4	-19,011	-39,731	24 K	423027	7897769
	São Mateus/ES	Guriri	ZCN 05	N5	-18,724	-39,746	24 K	421309	7929528
	São Mateus/ES	Itaúnas	ZCN 06	N6	-18,414	-39,698	24 K	426318	7963864
	Mucuri/BA	Costa Dourada	ZCN 07	N7	-18,263	-39,645	24 K	431856	7980580
	Mucuri/BA	Mucuri	ZCN 08	N8	-18,083	-39,544	24 K	442408	8000527
	Nova Viçosa/BA	Nova Viçosa	ZCN 09	N9	-17,914	-39,389	24 K	458781	8019324
	Caravelas/BA	Ponta de Areia	ZCN 10	N10	-17,738	-39,187	24 K	480173	8038778

Nota:
UTM = Universal Transversa de Mercator.



LEGENDA

- | | |
|--------------------------------|-------------------------|
| Pontos de Monitoramento | Unidades de conservação |
| Estuários | Limite municipal |
| Zona Costeira | Limite estadual |

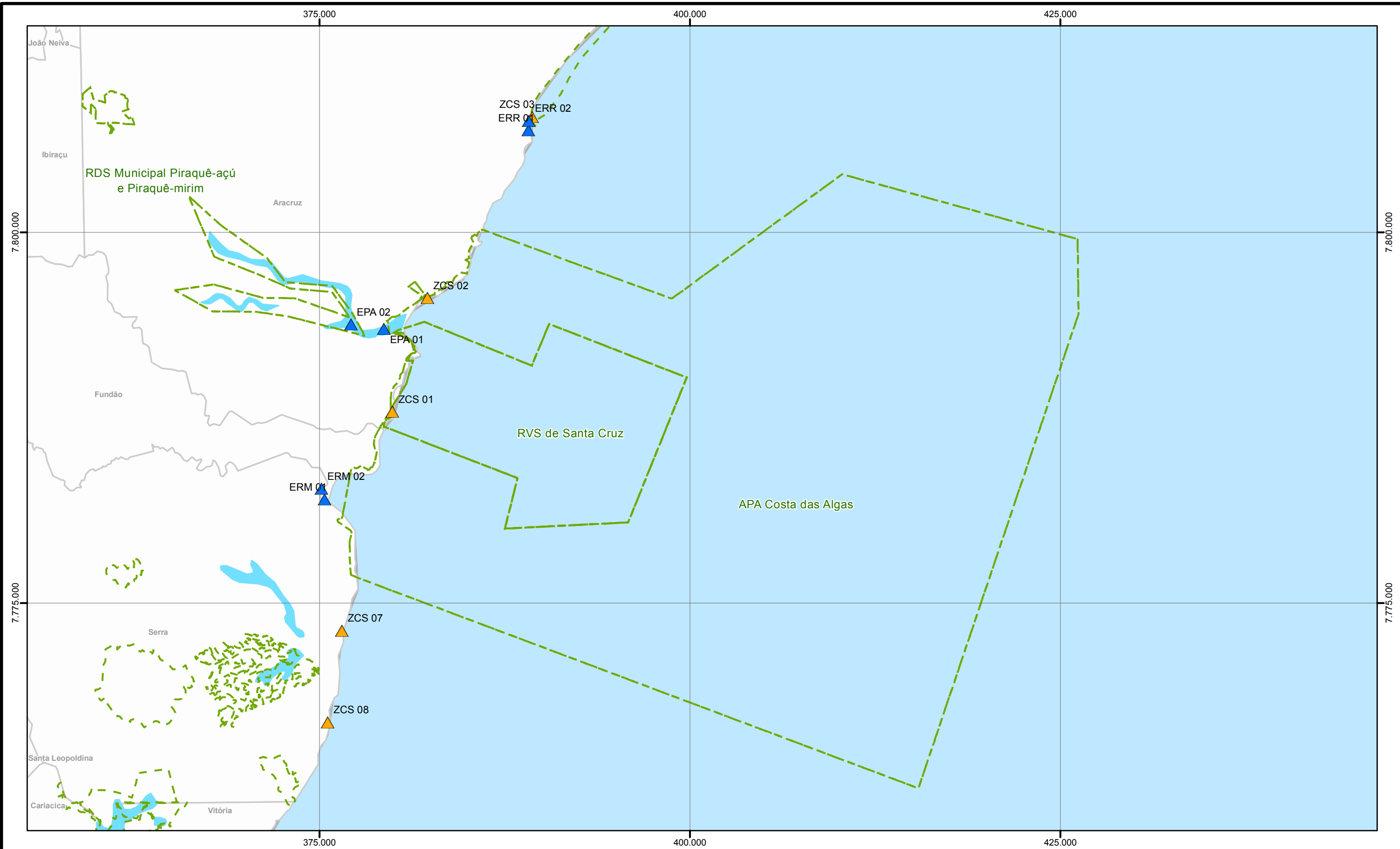


Projeção Universal Transversa de Mercator
Fuso 24K. Meridiano Central: 51° WGR
Datum Horizontal: SIRGAS 2000



ESCALA 1:1.400.000

PROJETO PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTOS			
TÍTULO PONTOS DE MONITORAMENTO DA ZONA COSTEIRA NO PLANO DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO			
	NÚMERO PROJETO	169-515-2282	ESCALA INDICADA
	DESIGN	RAL 02 Mai. 2016	REV. 4
	GIS	ECR 21 Fev. 2017	FIGURA 6
	VER	GE 21 Fev. 2017	
APROV	AAF 21 Fev. 2017		



LEGENDA

- | | |
|--------------------------------|-------------------------|
| Pontos de Monitoramento | Unidades de conservação |
| Estuários | Limite municipal |
| Zona Costeira | Limite estadual |

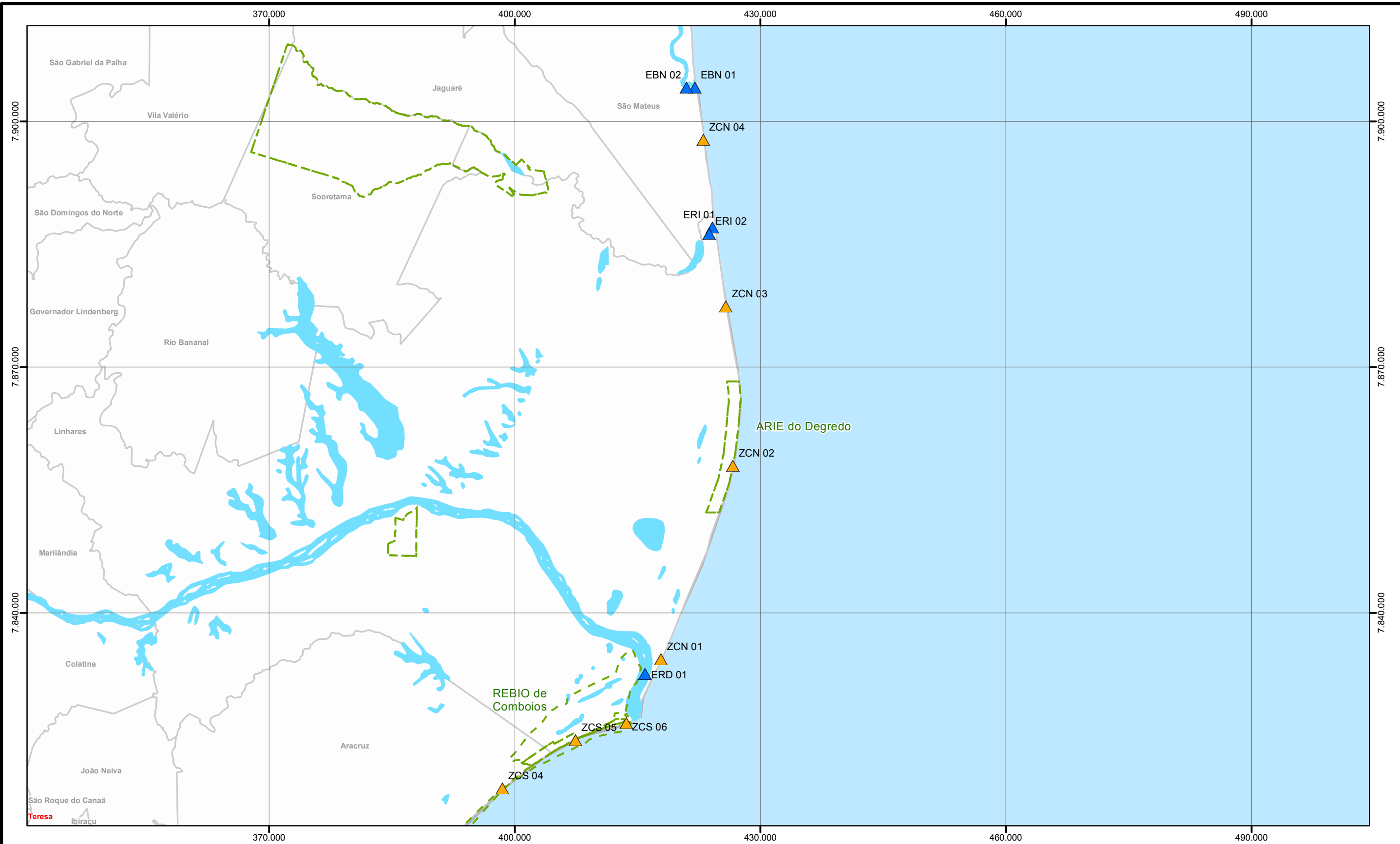


Projeção Universal Transversa de Mercator
Fuso 24K. Meridiano Central: 51° WGR
Datum Horizontal: SIRGAS 2000



ESCALA 1:250.000

PROJETO PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTOS				
TÍTULO PONTOS DE MONITORAMENTO DA ZONA COSTEIRA NO PLANO DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO - SETOR SUL				
	NÚMERO PROJETO	169-515-2282	ESCALA INDICADA	REV. 4
	DESIGN	RAL	02 Mai. 2016	
	GIS	ECR	21 Fev. 2017	
	VER	GE	21 Fev. 2017	
APROV	AAF	21 Fev. 2017		
FIGURA 7				



LEGENDA

- | | |
|--------------------------------|-------------------------|
| Pontos de Monitoramento | Unidades de conservação |
| Estuários | Limite municipal |
| Zona Costeira | Limite estadual |

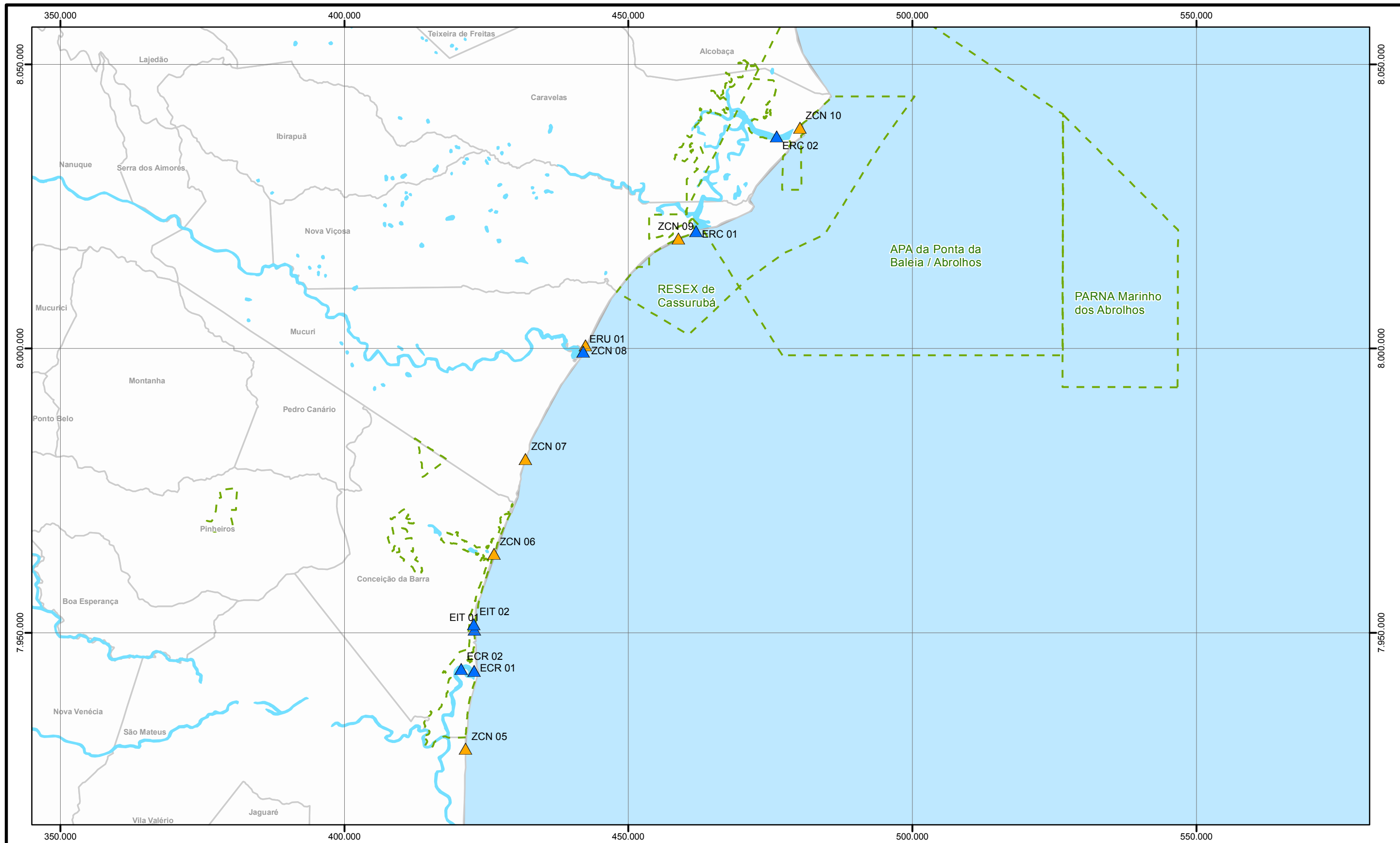


Projeção Universal Transversa de Mercator
Fuso 24K. Meridiano Central: 51° WGR
Datum Horizontal: SIRGAS 2000



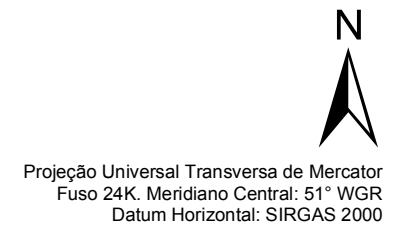
ESCALA 1:450.000

PROJETO			
PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTOS			
TÍTULO			
PONTOS DE MONITORAMENTO DA ZONA COSTEIRA NO PLANO DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO - FOZ DO RIO DOCE			
	NÚMERO PROJETO	169-515-2282	ESCALA INDICADA
	DESIGN	RAL 02 Mai. 2016	REV. 4
	GIS	ECR 21 Fev. 2017	FIGURA 8
	VER	GE 21 Fev. 2017	
APROV	AAF 21 Fev. 2017		



LEGENDA

- | | |
|--------------------------------|-------------------------|
| Pontos de Monitoramento | Unidades de conservação |
| Estuários | Limite municipal |
| Zona Costeira | Limite estadual |



ESCALA 1:645.600

PROJETO PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTOS			
TÍTULO PONTOS DE MONITORAMENTO DA ZONA COSTEIRA NO PLANO DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO - SETOR NORTE			
	NÚMERO PROJETO 169-515-2282	ESCALA INDICADA	REV. 4
	DESIGN RAL 02 Mai. 2016		
	GIS ECR 21 Fev. 2017		
	VER GE 21 Fev. 2017		
APROV AAF 21 Fev. 2017			
			FIGURA 9



5.3 Frequência de Amostragem

As amostragens de água e sedimento dos pontos da zona costeira e estuarina serão realizadas com frequência mensal. Preferencialmente, serão selecionados os dias do mês no período de transição entre marés de quadratura e sizígia, de forma a se considerar uma condição intermediária em termos de intensidade de correntes de maré, fator oceanográfico identificado como relevante para a variabilidade espaço-temporal da qualidade de água em curto prazo de acordo com os resultados do monitoramento de qualidade de água e sedimentos que vem sendo desenvolvido pela Fundação. As amostragens serão realizadas no menor intervalo de tempo possível em cada mês, evitando-se assim maior variância temporal entre pontos.

Níveis de alerta serão considerados para alteração da frequência de amostragem dos parâmetros de qualidade de água. Estes níveis de alerta foram determinados para alteração da frequência no monitoramento do Rio Doce, conforme descrito na Seção 4.2. Caso se verifique resultados no rio Doce acima dos níveis de alerta, a frequência de monitoramento da zona costeira e estuarina também será alterada.

Caso sejam observadas elevações dos parâmetros turbidez e condutividade elétrica acima dos níveis de alerta: 1.050 UNT e 150 $\mu\text{S}/\text{cm}$, respectivamente, ou redução do oxigênio dissolvido a concentrações inferiores a 3,5 mg/L em alguma estação automática do rio Doce com sensor de qualidade de água (i.e., RCA 02, RDO 01, 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, físico-químicos, hidrobiológicos e bacteriológicos) será alterada para semanal em todos os 36 pontos da zona costeira e estuarina.

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 UNT) e da condutividade elétrica (150 $\mu\text{S}/\text{cm}$), e acima do nível de alerta o oxigênio dissolvido (3,5 mg/L). Para os demais parâmetros e matrizes, a frequência de amostragem não será alterada por esse critério.

5.4 Parâmetros a Serem Monitorados

Os parâmetros de qualidade da água e sedimentos a serem monitorados incluem parâmetros físico-químicos, pigmentos fitoplanctônicos, nutrientes, e metais dissolvidos e totais. Os parâmetros são divididos entre parâmetros de campo e de análise laboratorial.

Além dos parâmetros de qualidade requisitados pela CT-SHQA, foi mantida a avaliação de metais nas amostras de água, nas formas total e dissolvida em todos os casos, já que, como as análises de metais são feitas por varreduras de amplo espectro, o esforço adicional para determinar vários metais é relativamente pequeno.

Os procedimentos de amostragem de água e sedimentos e de análise dos parâmetros encontram-se descritos no **Anexo C**. A análise das amostras será realizada por laboratórios acreditados nos termos da ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005 junto ao Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO).

5.4.1 Parâmetros de qualidade de água e sedimentos de amostragem manual

5.4.1.1 Parâmetros de Campo

Os parâmetros de campo que serão analisados durante o monitoramento da qualidade de água dos pontos da zona costeira e estuarina são apresentados na Tabela 14.



Tabela 14: Parâmetros de campo para monitoramento da qualidade de água na zona costeira e estuarina.

Parâmetro	Unidade	Justificativa ^(a)
Condutividade elétrica	µS/cm	Permite avaliar indiretamente alterações na composição iônica da água.
Salinidade	-	Permite classificar o ambiente entre salino ou estuarino ^(b)
Temperatura da água	°C	Parâmetro básico necessário para determinação de diversos outros parâmetros.
pH	-	Parâmetro básico necessário para determinação de diversos outros parâmetros.
Turbidez	UNT	Parâmetro relacionado à penetração de luz solar na água e de descarga de corpos hídricos
Potencial de oxi-redução (ORP)	mV	Contribui para a descrição geral da qualidade da água ^(b)
Oxigênio Dissolvido	mg/L	Parâmetro básico necessário para avaliar indiretamente a contaminação por substâncias biologicamente oxidáveis na água
Oxigênio Dissolvido (% saturação)	%	

Nota:

mg/L = miligramas por litro; µS/cm = microSiemens por centímetro; UNT = Unidade Nefelométrica de Turbidez

(a) Justificativas conforme constam no documento anexo à Deliberação da CIF nº 17.

(b) Justificativas elaboradas pela Golder.

Adicionalmente, serão realizadas perfilagens verticais utilizando aparelhos do tipo *Conductivity, Temperature, Depth* (CTD), que medirão os parâmetros listados na Tabela 15.

Tabela 15: Parâmetros de perfilagem por CTD para monitoramento da qualidade de água na zona costeira e estuarina.

Parâmetro	Unidade	Justificativa
Salinidade	-	Permite avaliar o grau de estratificação da coluna d'água e, por consequência, explicar possíveis diferenças de qualidade de água entre as amostras de superfície e fundo
Condutividade elétrica	µS/cm	
Temperatura da água	°C	
Pressão	dbar	
Turbidez	UNT	
Oxigênio Dissolvido	mg/L	

Além dos parâmetros quantitativos descritos acima, os sedimentos serão também submetidos, em campo, a uma análise qualitativa, que visa identificar visualmente a presença e a espessura de camadas de rejeitos, como descrito no **Anexo C**.

5.4.1.2 Parâmetros com Análise Laboratorial

Os parâmetros que serão analisados em laboratório e seu detalhamento e lógica para inclusão estão listados na **Tabela 16**, para qualidade de água, e na **Tabela 17**, para qualidade de sedimentos.



Tabela 16: Parâmetros de qualidade de água do PMQSS nos pontos da zona costeira e estuarina.

Parâmetro	Unid.	Justificativa ^(a)
pH	-	Parâmetro básico necessário para determinação de diversos outros parâmetros.
Condutividade elétrica	µS/cm	Permite avaliar indiretamente alterações na composição iônica da água.
Alcalinidade Total	mg/L de CaCO ₃	Necessário para avaliação de QA/QC ^(b)
Dureza Total	mg/L de CaCO ₃	Necessário para avaliação de QA/QC ^(b)
Material Particulado em Suspensão	mg/L	Parâmetro relacionado à penetração de luz solar na água e de descarga de corpos hídricos.
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	Necessário para avaliação de QA/QC ^(b)
Carbono orgânico total	mg/L	Parâmetro complementar à DBO, que avalia a presença de compostos orgânicos oxidáveis não biodegradáveis.
Carbono orgânico dissolvido	mg/L	Necessário para avaliação de QA/QC ^(b)
Clorofila-a	µg/L	Parâmetro utilizado para avaliar a ocorrência de florações de fitoplâncton
Feoftina		
Sulfeto (H ₂ S não dissociado)	mg/L	Parâmetro associado à ocorrência de processos anaeróbios de decomposição de matéria orgânica
<i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i>)	UFC/100 mL	Parâmetro que avalia a contaminação por fezes humanas e a presença potencial de outros organismos patogênicos da mesma origem
Nitrato	mg/L	Parâmetros associados ao lançamento de esgotos sanitários e decorrentes da decomposição de substâncias nitrogenadas utilizadas no processo de tratamento de minério.
Nitrito	mg/L	
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/L	Parâmetros determinantes para a ocorrência de florações de fitoplâncton.
Fósforo total	mg/L	Parâmetros associados ao lançamento de esgotos sanitários
Fósforo Dissolvido	mg/L	
Polifosfatos	mg/L	Fósforo dissolvido fornece uma estimativa melhor das formas biodisponíveis ^(b) Parâmetros determinantes para a ocorrência de florações de fitoplâncton.



Parâmetro	Unid.	Justificativa ^(a)
Metais e Metalóides (formas total e dissolvida)		
Alumínio	mg/L	Inclui parâmetros associados a atividades de mineração. Inclui parâmetros que foram detectados em níveis elevados após a ruptura da barragem
Antimônio	mg/L	
Arsênio	mg/L	
Bário	mg/L	
Berílio	mg/L	
Boro	mg/L	
Cádmio	mg/L	
Cromo	mg/L	
Cobalto	mg/L	
Cobre	mg/L	
Ferro	mg/L	
Chumbo	mg/L	
Manganês	mg/L	
Mercúrio	mg/L	
Molibdênio	mg/L	
Níquel	mg/L	
Prata	mg/L	
Selênio	mg/L	
Vanádio	mg/L	
Zinco	mg/L	

(a) Justificativas conforme constam no documento anexo à Deliberação da CIF nº 17.

(b) Justificativas elaboradas pela Golder.

Tabela 17: Parâmetros para Monitoramento da Qualidade de Sedimentos.

Parâmetro	Unid.	Justificativa
pH	-	Fornecem uma descrição geral da qualidade do sedimento
Potencial Redox (ORP)	mV	
Distribuição granulométrica	%	As concentrações de metais geralmente apresentam correlação com o teor de carbono orgânico e a granulometria
Carbono orgânico total	%	
Fósforo Total	mg/kg	Nutrientes são importantes componentes da matéria orgânica sedimentar
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	
Teor de Carbonatos	%	
Mineralogia (Minerais pesados)	%	Fornecem uma descrição geral das características dos sedimentos e, no caso da mineralogia, possíveis indicadores da presença de rejeitos
Argilominerais	%	
Alumínio	mg/kg	Inclui parâmetros associados a atividades de mineração detectados na água após a ruptura da barragem ^(a)
Antimônio	mg/kg	
Arsênio	mg/kg	
Bário	mg/kg	Inclui parâmetros potencialmente passíveis de disponibilização ^(a)
Berílio	mg/kg	



Parâmetro	Unid.	Justificativa
Boro	mg/kg	Análises de metais são feitas como varreduras de amplo espectro, de modo que o esforço adicional para coletar dados sobre vários metais é menor
Cádmio	mg/kg	
Cromo	mg/kg	
Cobalto	mg/kg	
Cobre	mg/kg	
Estrôncio	mg/kg	
Ferro	mg/kg	
Chumbo	mg/kg	
Manganês	mg/kg	
Mercurio	mg/kg	
Molibdênio	mg/kg	
Níquel	mg/kg	
Selênio	mg/kg	
Prata	mg/kg	
Vanádio	mg/kg	
Zinco	mg/kg	

Nota:

mg/kg = miligramas por quilograma; - = não aplicável.

(a) Justificativas conforme constam no documento anexo à Deliberação da CIF nº 17.

5.4.2 Caracterização da hidrodinâmica marinha

Para a caracterização hidrodinâmica, serão estabelecidas linhas de fundeio em 5 (cinco) pontos na Plataforma Continental, compostos por ADPs (medição de ondas e correntes) e sensores de temperatura, salinidade, fluorescência e turbidez, conforme diretrizes apresentadas no Termo de Referência 4 - Anexo 3 do ICMBio. Este escopo fará parte do monitoramento marinho executado sob acompanhamento da Câmara Técnica de Biodiversidade – CTBio.

5.4.3 Fauna Bentônica

A Fauna Bentônica será avaliada em todos os pontos da zona costeira e estuarina como um dos parâmetros de qualidade de sedimentos a serem monitorados. A análise dos dados de organismos da meiofauna e macrofauna bentônica irá considerar os seguintes parâmetros:

- Densidade e biomassa total de organismos;
- Índices de diversidade (Simpson e Shannon H') e equitatividade de Pielou J' (e seus erros entre réplicas) (Magurran, 2004);
- Composição faunística predominante em cada área (e.g., ranque de dominância de grupos) com sua respectiva densidade.

Os procedimentos de amostragem e análise da fauna bentônica da zona costeira e estuarina são descritos no **Anexo C**.



6.0 COMUNICAÇÃO E GESTÃO DE INFORMAÇÕES

6.1 Documentação de Campo

Os formulários de cadeia de custódia serão 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.

As amostras serão entregues ao laboratório respeitando as devidas condições de preservação da amostra recomendadas para cada parâmetro (vide **Anexo C**), devidamente identificadas e acompanhadas das cadeias de custódias devidamente preenchidas conforme apresentado no **Anexo A**.

6.2 Gestão de Informações no Laboratório

A partir do recebimento das amostras no laboratório, estas amostras serão submetidas às respectivas análises conforme descritas no Anexo C.

Todos os resultados das análises de campo e de laboratório serão fornecidos em arquivos de texto com campos separados por vírgula (CSV), assim como detalhado no **Anexo A**.

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, serão arquivados pelo laboratório durante 05 (cinco) anos, de maneira acessível para posteriores avaliações técnicas dos órgãos competentes.

6.3 Comunicação dos Dados

Os dados medidos pelas estações automáticas TIPO I e TIPO II serão transmitidos via rede de telefonia celular 3G ou via satélite, a depender da disponibilidade de sinal na localidade, em intervalos de 1 hora. Os dados medidos pelas estações serão armazenados localmente em *dataloggers* e enviados pela internet para um banco de dados acessível via portal web com acesso mediante apresentação de usuário e senha, os quais serão distribuídos aos órgãos integrantes da CT-SHQA (ANA, IGAM, IEMA, IBAMA, ICMBio e AGERH).

Os dados brutos de todas as amostragens manuais serão enviados aos órgãos ambientais participantes da CT-SHQA e ao CIF 10 dias após a emissão dos laudos pelo laboratório. Os dados serão disponibilizados via Sistema MP5 (Sistema atualmente utilizado pela Fundação Renova como banco de dados ambientais). Os dados serão continuamente alimentados no MP5, portanto, será enviado uma listagem quinzenalmente informando quais laudos de quais campanhas de amostragem foram carregados aos e-mails cadastrados a serem indicados posteriormente pela CT-SHQA.

Todos os dados medidos pelo PMQQS serão inseridos no MP5 e será disponibilizado um login e senha para acesso pelos órgãos integrantes da CT-SHQA (ANA, IGAM, IEMA, IBAMA, ICMBio e AGERH). Os laudos originais serão acessíveis pela plataforma. Todo resultado no banco de dados terá um link para o laudo original em formato PDF.

Sempre que os **níveis de alerta**, emitidos a partir de dados de campo obtidos em tempo real, forem ultrapassados (vide seção 4.3.1), será realizada comunicação imediata aos os órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos (ANA, IGAM, IEMA, IBAMA, ICMBio e AGERH), aos responsáveis pelos sistemas de abastecimento de água para consumo humano, à Defesa Civil e à CT-SHQA.



6.4 Relatórios

Os resultados do monitoramento serão apresentados em relatórios técnicos trimestrais e anuais, com a consolidação e análise interpretativa dos dados gerados pelo monitoramento, que serão enviados ao CIF, IGAM, IEMA, AGERH, ANA, IBAMA e ao ICMBio.

Os relatórios trimestrais conterão o seguinte conteúdo mínimo:

- **Introdução:** irá conter breve e objetiva contextualização da área em estudo;
- **Metodologia:** serão apresentadas, no mínimo, as metodologias utilizadas para coleta e análise (de cada parâmetro); mapas georreferenciados com a localização dos pontos de coleta por trechos, conforme definido no PMQQS. As unidades de medida dos parâmetros apresentados ser expressas conforme definido no PMQQS;
- **Resultados:** serão apresentados em conjunto com séries históricas anteriores ao rompimento da barragem de Fundão, disponíveis nos órgãos ambientais e de recursos hídricos para a região amostrada, com indicação dos níveis de conformidade e referência preconizados na legislação brasileira e, em sua ausência, com base em normas internacionalmente reconhecidas ou literatura técnica publicada. A análise crítica será apresentada por parâmetro. Para os pontos que tiverem estação automática, serão apresentados gráficos contendo informações acerca do nível do rio. Tais gráficos serão apresentados em escala adequada para a clara visualização de todos os dados (utilização de escala logarítmica).
 - Para as séries históricas, serão utilizados os dados disponíveis que se encontram atualizados nos respectivos sites da: ANA, AGERH, IEMA e IGAM, como referência para fins de comparação;
 - Os dados a serem apresentados nos relatórios trimestrais apresentados serão cumulativos.
- **Conclusão:** breve conclusão dos resultados apresentados.

Além dos Relatórios Trimestrais, serão elaborados relatórios ao final de cada ciclo de doze meses de monitoramento contendo, além do roteiro acima citado, análise do impacto ao meio ambiente e sobre os principais usos dos recursos hídricos, tais como abastecimento humano, dessedentação animal, pesca, irrigação e geração de energia, além das análises de tendência, espacial e temporal, por parâmetro.

6.5 Análise e Divulgação dos Resultados

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

Para a consolidação e análise dos dados obtidos, o Grupo Técnico de Acompanhamento realizará reuniões presenciais trimestrais custeadas pela Fundação Renova, com duração mínima de 2 dias e participação de técnicos da ANA, do IGAM, do IEMA, da AGERH, do IBAMA e do ICMBio.

Para divulgação dos resultados pelos órgãos públicos, o Grupo Técnico de Acompanhamento informará os resultados às Câmaras Técnicas, dentro de suas esferas de competência - tendo em vista que o PMQQS engloba o monitoramento de temas acompanhados por diversas Câmaras Técnicas - e estas ao CIF. Caberá ao CIF definir a pertinência e oportunidade da divulgação de informações sobre a qualidade de água e sedimentos para a sociedade.

7.0 CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DO PMQQS

O cronograma detalhado de implantação do PMQQS, elaborado pela Fundação Renova, é apresentado no **Anexo E**.



8.0 DURAÇÃO DO PMQQS E REVISÕES PERIÓDICAS

O PMQQS terá duração de 10 anos, 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.

O IGAM, o IEMA, a AGERH, a ANA, o IBAMA e o ICMBio indicarão técnicos para compor Grupo Técnico de Acompanhamento que ficará responsável por estabelecer cronograma de reuniões periódicas de avaliação contínua do programa de monitoramento. O Programa de monitoramento implantado deverá ser revisto pelo Grupo Técnico de Acompanhamento a cada 02 anos. Com base nos resultados reportados nos relatórios trimestrais, o Grupo Técnico de Acompanhamento realizará avaliações críticas do PMQQS, também com uma frequência trimestral, e, caso necessário, poderá requisitar adequações a este programa adicionais às revisões bianuais.

9.0 EQUIPE TÉCNICA

Equipe técnica responsável pela elaboração do presente relatório.

Nome	Instituição	Função
J.P. Bechtold, M.A.Sc.	Golder Associates	Coordenação Geral / Revisão Sênior
Luis Melges, Dr.	Golder Associates	Revisão Sênior de Qualidade de Água e Sedimento Marinhos
Antônio Freitas, Dr.	Golder Associates	Revisão Sênior
Gabriela Mello, M.Sc.	Golder Associates	Coordenação do PMQQS do Rio Doce
Gustavo Estrada, Dr.	Golder Associates	Coordenação do PMQQS da Zona Costeira e Estuários
Gabriela Rodrigues, M.Sc.	Golder Associates	Elaboração dos Procedimentos de Amostragem e Análise Química
Angelo Fraga Bernardino, Dr.	UFES	Elaboração do Componente de Fauna Bentônica Marinha
Maurea Flynn, Dra.	UNICAMP	Elaboração do Componente de Fauna Bentônica Aquática Continental
Helvécio Duarte	Golder Associates	Elaboração do PMQQS do Rio Doce
Eduardo Richard, M.Sc.	Golder Associates	Elaboração do PMQQS da Zona Costeira e Estuários
Augusto Cesar Oliveira	Golder Associates	Elaboração do Programa de QA/QC
Fernando Tomé	Golder Associates	Elaboração do PMQQS do Rio Doce
Camila Cotrim	Golder Associates	Estagiária

Equipe técnica da Fundação Renova responsável pela coordenação do PMQQS.

Nome	Instituição	Função
Thiago Marchezi Doelinger	Fundação Renova	Gerente Executivo de Programas Socioambiental
Yone Melo de F. Fonseca	Fundação Renova	Líder Programa de Programa Socioambiental
Allan Suhett Reis	Fundação Renova	Analista de Programa Socioambiental
Brígida Gusso Maioli	Fundação Renova	Especialista de Programa Socioambiental
Luciano França Rocha	Fundação Renova	Engenheiro de Automação
Mariana Barcelos C. Werneck	Fundação Renova	Analista de Meio Ambiente



10.0 REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Águas (ANA). Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras. Água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Brasília, 326p. 2012.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition. Washington, DC, USA. 2012.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA (ABNT). NBR ISO/IEC 17025:2005 Versão Corrigida 2:2006. Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. 2005.

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

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Fitoplâncton de água doce: métodos qualitativos e quantitativo – Método de ensaio. São Paulo. Norma Técnica L5. 303. 23p. 2005.

CONAMA, Resolução. 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.

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

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (COPAM), CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE MINAS GERAIS (CERH-MG). Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH no. 01, de 05 de maio de 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. Diário do Executivo “Minas Gerais”, 20/05/2008.

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

SIEGEL, S. Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences. McGraw-Hill, Tokyo. 1956.

SOKAL, R.R.; ROLF, F. Biometry. Freeman, New York. 2012.

ZAR, J. H. Biostatistical Analysis. Prentice Hall, New Jersey. 2010.

GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA.

Antônio Freitas
Engº. Químico Sênior, PhD

AF/JP/acs

Golder, Golder Associates e os símbolos GA e globo são marcas registradas da Golder Associates Corporation.

q:\3-projetos\2015\2-meio ambiente\159 515 2282_samarco\3-relatorio\rt - relatório técnico\rt-029_159-515-2282_07-j\1-texto\rt-029_159-515-2282_07-j.docx



ANEXO A

Procedimentos do Protocolo de Controle de Segurança da Qualidade dos Dados (QA/QC).



GARANTIA DE QUALIDADE E CONTROLE DE QUALIDADE (QA/QC)

Esse Anexo apresenta o programa de Garantia e Controle da Qualidade (QA/QC) que será adotado no Programa de Monitoramento Quali-Quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos (PMQQS).

1.0 OBJETIVO

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

2.0 METODOLOGIA

As seguintes referências padrões serão usadas para validar os resultados das análises de laboratório:

- ANA e CETESB (2012). Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos.
- ABNT NBR ISO/IEC 17025/2005 (ABNT 2005): estabelece requisitos gerais para a competência de laboratórios e calibração no Brasil.
- DOQ-CGCRE-008/2011 (INMETRO 2011): compreende orientações sobre validação de métodos analíticos.
- ABNT NBR 16435/2015 (ABNT 2015): estipula procedimentos para avaliar a qualidade de controle amostragem para fins de investigação de áreas contaminadas.
- USEPA-540-R-10-011 (USEPA 2010): descreve o programa de controle de qualidade (QA/QC) para análise de componentes inorgânicos pela U.S. Environmental Protection Agency (USEPA).
- USEPA-540-R-2016-002 (USEPA 2016): descreve o programa de controle de qualidade (QA/QC) para análise de compostos orgânicos pela U.S. Environmental Protection Agency (USEPA).

2.1 Garantia da Qualidade (QA)

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

- Contratação de laboratório acreditado pela NBR ISO 17025 para os parâmetros que serão analisados no PMQQS;
- Capacitação técnica da equipe responsável;
- Definição dos procedimentos de amostragem e análise, bem como especificação de equipamentos e materiais baseada no Anexo C.
- Avaliação prévia dos acessos e infraestrutura disponível, incluindo a logística de transporte de amostras;



ANEXO A

Procedimentos do Protocolo de Controle de Segurança da Qualidade dos Dados (QA/QC)

- Requisitos para os equipamentos de medição em campo das 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 antes de cada campanha de amostragem, com materiais de referência rastreáveis, produzidos por laboratório acreditado pelo INMETRO e que possuam certificado de calibração válidos;
 - Descontaminação dos equipamentos: Dentre os diversos equipamentos utilizados nas atividades de amostragem, parte são descartáveis e parte utilizados com frequência (não descartáveis). A aquisição de equipamentos descartáveis conforme demanda de projeto, a fim de evitar o armazenamento destes materiais, e a limpeza de equipamentos não descartáveis para cada amostra analisada visam evitar possibilidades de contaminação cruzada entre áreas de interesse ou pontos de amostragem. O procedimento mínimo para a limpeza de equipamentos de campo não descartáveis (pe. baldes e badejas de inox) será: lavagem com sabão não fosfatado e posterior enxágue com água de boa qualidade (mineral ou deionizada). Caso o equipamento, mesmo após a lavagem, apresente evidências de contaminação (p.e. manchas, incrustações, sujeira parente não removida com o processo de limpeza) será substituído. O equipamento “contaminado” será descartado ou encaminhado para assistência técnica especializada para proceder com a descontaminação. Para as multiparametros e demais equipamentos de medição a limpeza deverá ocorrer conforme orientações do fabricante.
 - Não será permitido fumo ou consumo alimentos ou bebidas durante a amostragem. Serão evitadas quaisquer outras fontes de contaminação das amostras;
 - A amostragem deve seguir a seguinte ordem: microbiológicos → 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 por ambas as sondas sejam diferentes (maior que 5% do valor medido na sonda padrão), a sonda instalada será substituída por outra sonda calibrada ou por outros sensores calibrados, para garantir a confiabilidade dos dados monitorados. A calibração da sonda ou dos sensores será feita necessariamente em laboratório para evitar contaminação das soluções de calibração.
 - Nas Estações TIPO I sem turbidímetro, a frequência de visitas para manutenção das sondas será bimestral. Onde existir turbidímetro instalado a frequência de visita será semanal.
 - As estações automáticas contarão com visitas 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.

2.2 Controle de Qualidade (QC)

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



ANEXO A

Procedimentos do Protocolo de Controle de Segurança da Qualidade dos Dados (QA/QC)

2.2.1 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: tem como objetivo identificar anomalias no local de amostragem que possam interferir nos resultados analíticos. As amostras de branco de campo serão constituídas por água deionizada (tipo 1) 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 somente quando as substâncias de interesse forem orgânicos voláteis, caso a análise não seja para substâncias voláteis o branco de campo não é aplicável (ABNT NBR 16435/2015).
- Branco de equipamento: quantidade de água deionizada que, depois de passar por um equipamento de amostragem, é 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 limpo 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 sabão não fosfatado. Será preparado um branco de equipamento por matriz a cada dia, sendo este limitado a 20 amostras, ou seja, caso haja mais de 20 amostras em um dia de amostragem, deve-se proceder com a coleta de mais brancos de equipamento. A amostra de branco de equipamento deve ser encaminhada ao laboratório para a análise das mesmas substâncias de interesse (ABNT NBR 16435/2015).
- Branco de viagem: visa avaliar possíveis interferentes ou potenciais contaminações durante o procedimento de transporte de amostras do local da amostragem até a chegada ao laboratório. O branco de viagem será constituído por água deionizada (tipo 1). No mínimo um branco de viagem será coletado por dia somente quando as substâncias de interesse forem orgânicos voláteis; caso a análise não seja para substâncias voláteis o branco de campo não é aplicável.
- Branco de temperatura: tem por objetivo avaliar se as amostras foram devidamente resfriadas na temperatura indicada pelo método de análise (ver **Anexo C**). Cada caixa térmica conterá um branco de temperatura. Os brancos serão constituídos do frasco de maior tamanho existente na caixa térmica, e a temperatura será verificada três vezes ao longo do dia de amostragem, sendo registradas em formulário específico. O termômetro utilizado para a medição será calibrado.
- Duplicata de campo: uma amostra que é tratada nas mesmas condições da amostra original a fim de determinar a precisão do método. Amostras duplicatas também serão usadas para avaliar a variabilidade de um ponto de amostragem. Será coletada uma duplicata por matriz, com frequência mínima de 5% por dia, sendo este limitado a 20 amostras, ou seja, caso haja mais de 20 amostras em um dia de amostragem, deve-se proceder com a coleta de mais brancos de equipamento. As duplicatas e amostras originais devem ser encaminhadas ao laboratório para a análise das mesmas substâncias de interesse.

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, as amostras QC serão rotuladas com nomes que não permitam que o laboratório as identifique como amostras QC.

2.2.2 Controle de Qualidade Laboratorial

Antes da contratação do laboratório que realizará as análises solicitadas será verificado se o mesmo possui acreditação no site do INMETRO. No site do INMETRO é possível acessar o número do escopo de



acreditação do laboratório (CRL), as análises, limites de quantificação e métodos contratados. Todas as análises e ensaios serão realizados por laboratório acreditado. Na impossibilidade da realização da análise ou ensaio em laboratório acreditado, será apresentada uma justificativa técnica para tal.

Recomenda-se que o laboratório tenha os seguintes controles:

- Branco do método: amostra controle de laboratório que consiste de 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 amostra adequados. O laboratório a ser 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, onde são produzidas duplicatas das amostras para avaliação da precisão do sistema de medição da metodologia analítica. O laboratório a ser contratado reportará no boletim de análise ou em carta técnica o resultado da duplicata de todos os parâmetros analisados naquele lote específico de amostras analisadas.
- 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. Será encaminhado ao laboratório contratado uma amostra MRC por campanha de monitoramento.
- 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, desde que tecnicamente viável, e deverá seguir os procedimentos e cronogramas internos do laboratório, já acreditados pelo INMETRO, cabendo ao laboratório reportar estes resultados a cada campanha de monitoramento, junto com os boletins de análise ou laudos analíticos.

2.2.3 Requisitos de Amostragem e Identificação das Amostras

Os procedimentos de amostragem serão registrados de maneira sistemática em formulários específicos que serão preenchidos no momento da amostragem. Os formulários serão elaborados por matriz e conterão no mínimo: registros das observações sobre as condições de amostragem, equipamentos utilizados, as não conformidades ou anomalias verificadas durante o processo de amostragem, resultados dos parâmetros físico-químicos.



Os rótulos ou etiquetas das frascarias a serem utilizadas na amostragem serão resistentes a umidade e conterão as seguintes informações: identificação do projeto, da matriz e da amostra, analitos, preservantes, data e horário da amostragem.

Serão utilizadas luvas de procedimento descartáveis durante a manipulação de todos os materiais utilizados na amostragem. Os frascos e preservantes utilizados serão fornecidos pelos laboratórios responsáveis pelas análises químicas, adequados para cada tipo de amostra e parâmetros analisados.

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

2.2.4 Cadeias de Custódia

Cadeia de custódia é o documento que garante a rastreabilidade da amostra, desde o momento da coleta até o seu recebimento pelo laboratório. Este documento deve ser original e, caso haja informações alteradas, estas serão claramente marcadas, rubricadas e assinadas.

A Cadeia de Custódia conterá no mínimo as seguintes informações: identificação do projeto (nome e endereço da área de interesse), empresa responsável pela amostragem, identificação do técnico responsável pela entrega e pelo recebimento das amostras no laboratório, identificação da amostra, data e hora de coleta, analitos de interesse e temperatura de chegada ao laboratório.

A validação destes dados é parte do processo de QC e considerará as informações contidas nos laudos analíticos e na Cadeia de Custódia. Assim, todo o laudo analítico será apresentado junto com a respectiva Cadeia de Custódia.

2.2.5 Laudos Analíticos

Serão obedecidos todos os requisitos estabelecidos pela norma ABNT NBR ISO/IEC 17025, por exemplo, identificação do projeto, nome e endereço da área de interesse, identificação da amostra e matriz e unidade de medida coerente com a matriz. Resultados de matriz sólida devem ser expressos em base seca, incluindo a porcentagem de sólidos, limite de quantificação compatível com o método (ver **Anexo C**).

As informações sobre os controles de qualidade laboratoriais citados na Seção 2.2.2 serão apresentadas. Além disso, as amostras serão analisadas dentro do prazo de validade específico para cada parâmetro de interesse (ver **Anexo C**). Caso contrário, os resultados não poderão ser considerados e uma nova campanha de amostragem será realizada.

3.0 SISTEMA DE GESTÃO DE DADOS DO MP5

Esta seção apresenta uma descrição resumida do processo de gestão de dados a ser implementado como parte dos procedimentos de QA/QC, com base no sistema Monitor Pro 5 contratado pela Fundação Renova (MP5).

Os resultados oficiais do laboratório são enviados como arquivos eletrônicos em formato de documento portátil (PDF). No entanto, o formato PDF incorpora informações de formatação e apresentação, não sendo a melhor escolha como um formato eletrônico de transferência de dados. Portanto, os laboratórios fornecem um arquivo de dados eletrônicos (CSV) em formato texto puro com campos separados por vírgula (CSV) que



ANEXO A

Procedimentos do Protocolo de Controle de Segurança da Qualidade dos Dados (QA/QC)

é um tipo de estrutura de dados organizada com um formato conhecido e é mais adequado para ser processado computacionalmente.

Os dados reportados no arquivo PDF devem ser equivalentes aos dados fornecidos no CSV correspondente. Assim, um processo de revisão manual faz parte do fluxo de trabalho de dados atual. Essa etapa verifica se todos os resultados foram entregues nos dois formatos disponibilizados pelo laboratório (PDF e CSV).

De posse do arquivo CSV emitido pelos laboratórios, arquivo este que é gerado sem interferência humana (re-digitação manual), este é submetido a revisões manuais e então é carregado no sistema para que seja validado, qualificado, armazenado e para que seja *linkado* ao laudo em PD. Estas quatro últimas etapas todas feitas de modo totalmente automático pelo sistema.

Podemos descrever resumidamente essas etapas da seguinte forma:

- **Validação:** nesta etapa verifica-se se os resultados estão dentro de faixas usualmente possíveis e esperadas. Resultados com pH > 14, por exemplo, são bloqueados, assim como outras variáveis em que é possível se estabelecer um limite físico. Verifica-se também se os nomes das variáveis e os nomes dos pontos de amostragem pré-existem no banco de dados;
- **Qualificação:** nesta etapa se adicionam marcadores indicando situações que podem ter ocorrido com a amostra e informações importantes sobre o resultado;
- **Armazenamento e link do laudo em PDF:** ao enviar ao MP5 o arquivo CSV, envia-se no mesmo momento o laudo em PDF. O nome do arquivo do laudo em PDF será o mesmo que a referência do laudo, desta forma o MP5 liga todos os resultados de um determinado laudo a um único arquivo em PDF.

Como forma de viabilizar o sistema MP5 para navegação por cada instituição envolvida (IBAMA, ANA, IEMA, AGERH, IGAM e ICMBio), durante o monitoramento previsto no PMQQS os seguintes ajustes serão providenciados no sistema:

- **Agrupamento em dois grupos de sites** todos os pontos de monitoramento das variáveis associadas a água e sedimentos, respectivamente nomeadas como: águas interiores (rios e lagoas), costeiras e estuarinas. Os sites atuais serão mantidos para se manter a compatibilidade com o histórico de dados;
- **Inserção dos parâmetros de referência** contidos na Deliberação Normativa Copam-CRH, n.º 01 de 2008 como mais uma Norma para associar ao limite máximo permitido;
- **Será vinculado ao banco de dados os laudos analíticos** de cada resultado apresentado. A ART será um anexo no mesmo arquivo PDF do laudo ou será apresentado a parte, pois a ART é emitida para um contrato e não individualmente para cada laudo).
- **Disponibilização aos órgãos participantes** o dicionário de dados do Sistema MP5 elaborado;
- **Os pontos atualmente cadastrados** serão renomeados a fim de manter a série histórica dos pontos coincidentes com a rede que já era monitorada pela Fundação para o PMQQS. Neste mesmo plano encontra-se uma tabela “de/para” com os novos códigos relacionando-os com os antigos
- **Será fixada data da coleta** a ser realizada no calendário, para acompanhamento pelas equipes do governo, o período será informado por e-mail visto que no sistema não é possível a especificação da hora da coleta nas programações de calendário.
- **Liberação de acesso direto à base de dados** do sistema MP5, por meio de uma View, para consultas/aquisições dos dados de interesse da ANA e demais entidades. Na planilha em anexo à Nota



ANEXO A

Procedimentos do Protocolo de Controle de Segurança da Qualidade dos Dados (QA/QC)

Técnica nº 08 da CT-SHQA, foi solicitada que os dados sejam estruturados de acordo com aquelas especificações para que possam ser posteriormente integrados à base de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) através do sistema HIDRO, bem como, um inventário de informações necessárias para a caracterização das estações de monitoramento. Entretanto, na *VIEW* presente no sistema MP5 de contrato da Fundação Renova, não é possível a visualização dos metadados, propriedades e qualificadores dos resultados de cada variável. Caso seja necessário a visualização destas informações para a base de dados do SNIRH, a Fundação e a ANA deverão trabalhar em conjunto para estruturar uma nova forma de conexão desta base de dados.

- Será disponibilizado aos órgãos, individualmente, um login por instituição para acesso ao módulo DESKTOP do MP5 onde é possível a visualização de resultados no mapa, geração de gráficos e exportação de dados para EXCEL (XLS) ou TEXTO (CSV).
- Para as estações automáticas será disponibilizado aos órgãos e autoridades um supervisor WEB onde será possível visualizar em tempo real as medições das estações, alarmes de integridade dos equipamentos, visualizar gráficos e exportar dados. Entretanto como os dados são em tempo real eles não são dados validados, pois esta validação ocorre apenas no MP5, quando a partir da posse dos resultados de calibrações feitas pelas equipes de manutenção de campo os dados medidos das sondas e sensores serão marcados como APROVADOS ou NÃO APROVADOS. Em caso de não aprovação, os dados não serão carregados no MP5 por NÃO serem dados VÁLIDOS.

3.1 Qualificação manual dos dados

Os dados, antes de serem carregados no MP5, passarão por uma verificação manual de integridade e qualificação de resultados. Os laudos recebidos são conferidos por uma equipe de profissionais treinados, capacitados para a identificação de inconsistências evidentes, tais como:

- Falta de compatibilidade entre os dados correspondentes contidos nos arquivos de PDF e CSV;
- Identificação incorreta dos pontos, ou divergência entre local, georreferenciamento e matriz analítica;
- Falta de informações, campos incompletos ou em branco;
- Divergência de unidades de medida;
- Formatações de caracteres incompatíveis com o banco de dados MP5, 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.

Esta atividade é realizada por uma equipe de triagem de laudos e gestão do banco de dados, que atua de forma integrada realizando atividades estruturadas em um fluxo de processo que contempla:

- Recebimento dos laudos;
- Controle, envio e arquivamento de documentos;
- Triagem e importação de dados para o sistema,
- Controle de revisões;



■ Gestão da informação.

Adicionalmente, o MP5 foi previamente configurado para executar um pequeno conjunto de verificações básicas de dados impedindo que dados inválidos sejam carregados, por exemplo, dados fora das faixas usualmente esperadas para cada parâmetro. Mas essa verificação básica não é suficiente. Para realizar verificações mais completas, é necessária uma análise crítica manual sobre os dados entregues pelos laboratórios. Nesta análise manual serão realizadas marcações nos dados com um qualificador que indique eventos pertinentes de serem reportados como, por exemplo, contaminação da amostra no laboratório. Essas verificações manuais de dados serão realizadas antes que este seja importado para o MP5, de modo que se tenha apenas resultados aprovados ou marcados com as suas devidas observações no software.

3.2 Qualificação automática dos dados

Qualificadores de dados serão aplicados através de *scripts* pré-programados, desenvolvidos pelo fornecedor de software do MP5 (EHSData) e armazenados em um dos campos personalizados do software. Este campo personalizado será denominado "*Custom Data Qualifier*". Se mais de um qualificador for aplicado a um registro de dados, os mesmos serão separados por um caractere (|). Estes qualificadores trazem informações relevantes do resultado ou da amostra.

Este cálculo personalizado será executado automaticamente pelo sistema após os dados terem sido importados com êxito para o MP5.

A Tabela 1 fornece uma visão geral dos qualificadores de dados e indica se eles são aplicados manualmente ou automaticamente.

Tabela 1: Descrição dos qualificadores de dados

Qualificador	Descrição do qualificador	Aplicação manual ou automática
A	Limite de quantificação inadequado: igual ou maior que o padrão de qualidade ou valor de referência aplicável mais restritivo definido em legislação (Resolução CONAMA 357/2005; Resolução CONAMA 454/2012; Resolução COPAM 01/2008), considerando-se as diferenças entre águas salinas, salobras e doce e sedimentos de águas doces e salinas; se não houver limite, deve ser considerado o menor valor registrado na série histórica IGAM/ANA)	Manual
B	Resultado de contaminação laboratorial ou outro problema oriundo do laboratório	Manual
C	Resultado de problema de contaminação de campo	Manual



ANEXO A

Procedimentos do Protocolo de Controle de Segurança da Qualidade dos Dados (QA/QC)

Qualificador	Descrição do qualificador	Aplicação manual ou automática
E	Concentração muito abaixo do intervalo esperado - improvável	Automática
F	Concentração muito acima do intervalo esperado - improvável	Automática
P	pH de campo e de laboratório têm diferença superior a 1	Automática
H	Oxigênio dissolvido medido em campo é maior que 15 mg/L	Automática
S	pH de campo não está entre 5 e 10	Automática
I	Temperatura de água doce em campo é maior do que 35°C; temperatura de água salina em campo é maior que 31°C	Automática
L	pH de laboratório não está entre 5 e 10	Automática
G	Razão entre condutividade e sólidos totais dissolvidos não está entre 1,36 e 1,84	Automática
J	Razão entre dureza e alcalinidade não está entre 0,5 e 2	Automática
O	Diferença relativa entre condutividade de campo e de laboratório não é menor do que 15%	Automática
Q	Carbono Orgânico Total tem concentração menor do que Carbono Orgânico Dissolvido	Automática
R	Fósforo Total tem concentração menor do que Fósforo Dissolvido	Automática
T	Concentração de metais dissolvidos excede a de metais totais em mais de 20%	Automática
Z	Resultado significativo devido a uma elevada diferença relativa entre uma duplicata de campo ou amostra dividida e sua amostra correspondente. Os critérios para a aplicação deste qualificador dependem da matriz da amostra e do limite de quantificação do teste.	Manual



4.0 REFERÊNCIAS

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

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (1987). ABNT NBR 9898: 1987. Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – Procedimento. Rio de Janeiro, RJ. 22p.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (2015). ABNT NBR 16435: 2015. Controle de qualidade na amostragem para fins de investigação de áreas contaminadas – Procedimento. Rio de Janeiro, RJ. 10p.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (2015). ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005. Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro, RJ. 31p.

Bastos, H. H. C. Critérios para habilitação de provedores de EP, segundo os princípios da ABNT ISO/IEC Guia 43. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/reblas/Apr_sem.ppt>. Acesso em: 8 dez. 2007.

Chui, Q. S. H.; Bispo, J. M. A.; Iamashita, C. O. O papel dos programas interlaboratoriais para a qualidade dos resultados analíticos. Química Nova, v. 27, n. 6, p. 993-1003, 2004.

Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO (2016). Informações sobre ensaios de proficiência. Disponível em: < <http://www.inmetro.gov.br/metcientifica/ensaioProficiencia.asp> >. Acesso em: 27 out. 2016.

Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO (2011). Orientação sobre validação de métodos analíticos. Documento de caráter orientativo. DOQ-CGCRE-008. 19p.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT (2014). Guia de elaboração de planos de intervenção para o gerenciamento de áreas contaminadas. Org. Sandra Lúcia de Moraes, Cláudia Echevengúá Teixeira, Alexandre Magno de Sousa Maximiano. 1 ed. São Paulo, SP. 395p.

Parkhurst, D.L. and C.A.J. Appelo. 1999. User's Guide to PHREEQC (Version 2) – A Computer Program for Speciation Batch-Reaction, One-Dimensional Transport, and Inverse Geochemical Calculations. U.S. Geologic Survey, Water Resources Investigations Report 99-4359.

United States Environmental Protection Agency - USEPA (2010). National Functional Guidelines for Inorganic Superfund. Washington, DC.: USEPA. (EPA 540-R-10-011). Washington, DC., 102p