



Desenvolvido por:



GOLDER



FUNDAÇÃO
renova

**PLANO DE TRABALHO PARA OS ESTUDOS NA REGIÃO DELTAICA DO
RIO DOCE E SUA PLANÍCIE COSTEIRA**

Julho/2019



**PLANO DE TRABALHO PARA OS ESTUDOS NA REGIÃO DELTAICA DO RIO
DOCE E SUA PLANÍCIE COSTEIRA
REVISÃO 00**

RT-01_199-515-2352_01

São Paulo / 2019

SUMÁRIO

1	Introdução	5
2	Objetivo	8
3	Localização e Características da Área	10
4	Coleta de Dados de Campo	12
4.1	Localização dos Pontos de Amostragem	12
4.2	Avaliação da Qualidade da Água Superficial	21
4.3	Avaliação da Qualidade do Sedimento	23
4.4	Avaliação da Qualidade do Solo	24
5	Procedimentos para a garantia da qualidade	27
5.1	Procedimento para Descontaminação de Equipamentos	27
5.2	Procedimento para Gerenciamento dos Resíduos Gerados em Campo	27
5.3	Procedimento para Encaminhamento para Análise Laboratorial	27
6	Produtos	28
7	Cronograma	29
8	Equipe Técnica	31
9	Referências Bibliográficas	32
	Anexo I – Registro Fotográfico dos pontos de amostragem	33
	Anexo II – Nota Técnica CT-GRSA nº 05/2019	34

Lista de Figuras

Figura 1 – Localização da área de Estudo – planícies costeira e deltaica do Rio Doce.	11
Figura 2 – Mapa de Localização dos Pontos de Amostragem do Complexo Comboios.....	18
Figura 3 – Mapa de Localização dos Pontos de Amostragem do Complexo Degredo.	19
Figura 4 - Mapa de Localização dos Pontos de Amostragem do Complexo São Mateus-Itaúnas.	20

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Descrição dos Trechos Específicos para a Aplicação do Plano de Manejo de Rejeitos.	6
Tabela 2 - Resumo dos pontos de amostragem.....	13
Tabela 3 - Parâmetros de Amostragem de Água Superficial.....	21
Tabela 4 - Parâmetros de Amostragem de Sedimento.	23
Tabela 5 - Parâmetros de Amostragem de Solo.....	24
Tabela 6 - Cronograma de desenvolvimento das atividades de campo e entregas de produtos.	30

Lista de Anexos

- Anexo I** – Registro Fotográfico dos Pontos de Amostragem
Anexo II – Nota Técnica CT-GRSA nº 05/2019

1 INTRODUÇÃO

No dia 05 de novembro de 2015, a barragem de rejeitos de mineração do Fundão, operada pela mineradora Samarco no município de Mariana, Minas Gerais, se rompeu, liberando rejeitos para o sistema fluvial a jusante. A ruptura da barragem resultou na liberação de grande quantidade de rejeito, aproximadamente 43,7 Mm³ (milhões de metros cúbicos), causando grande impacto a jusante. O material liberado alcançou o córrego Santarém, posteriormente atingindo o Rio Gualaxo do Norte, que deságua no Rio do Carmo, o qual, por sua vez, deságua no Alto Rio Doce. Um grande volume de sólidos foi retido no Reservatório da Usina Hidroelétrica Risoleta Neves (Candonga), porém partículas de sólidos em suspensão se depositaram no Rio Doce e nos demais reservatórios presentes ao longo do rio, e outra parte permaneceu em suspensão até chegar à sua foz, no oceano Atlântico, penetrando nos ambientes estuarino, costeiro e marinho com uma pluma de coloração alaranjada (GOLDER, 2016).

Ao longo da extensão do rio Doce e seus afluentes, nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, foram observadas mudanças dos aspectos naturais, demonstrando os altos níveis de turbidez gerados pela onda de lama de rejeitos (IBAMA, 2015).

A Fundação Renova está atuando na gestão dos impactos ambientais decorrentes do rompimento da Barragem de Fundão e como consequência foram estabelecidos 17 trechos específicos, para a definição das ações de manejo na aplicação do Plano de Manejo de Rejeitos, conforme descrito na **Tabela 1**.

Tabela 1 – Descrição dos Trechos Específicos para a Aplicação do Plano de Manejo de Rejeitos.

TRECHOS	DESCRIÇÃO DO TRECHO	EXTENSÃO APROXIMADA
Trecho 1	Barragem de Fundão até o Remanso do Reservatório Santarém	1.100 m
Trecho 2	Reservatório de Santarém	2.500 m
Trecho 3	Barragem de Santarém	1.200 m a jusante medidos ao longo dos cursos do córrego Santarém
Trecho 4	Reservatório do Dique S-3	1.200 metros ao longo do córrego Santarém e 2.700 m ao longo do córrego Mirandinha
Trecho 5	Dique S-3 até o Dique S-4	1.900 m ao longo do córrego Santarém
Trecho 6	Rio Gualaxo do Norte, a montante da foz do córrego Santarém	5.700 m no rio Gualaxo do Norte + 2.000 m no córrego “dos Camargos”
Trecho 7	Rio Gualaxo do Norte, a jusante da foz do córrego Santarém	3.200 m
Trecho 8	PCH Bicas. Rio Gualaxo do Norte	9 km
Trecho 9	Médio e Baixo Gualaxo do Norte	58 km
Trecho 10	Rio do Carmo até confluência com o rio Piranga (formação do rio Doce)	25 km
Trecho 11	Rio Doce, até o Remanso do Reservatório de Candonga	5,8 km
Trecho 12	Reservatório de Candonga, UHE Risoleta Neves	11 km
Trecho 13	Rio Doce, da barragem de Candonga até a barragem Baguari	220 km
Trecho 14	Rio Doce, da barragem de Baguari até a barragem de Mascarenhas	180 km
Trecho 15	Rio Doce, da barragem Mascarenhas até a cidade de Linhares	100 km
Trecho 16	Rio Doce, da cidade de Linhares até a sua foz	42 km
Trecho 17	Zona marinha costeira	-

Fonte: JACOBS (2018b)

Com relação à área de estudo abordada especificamente no presente Plano de Trabalho, a Região Deltaica do rio Doce e sua Planície Costeira, está inserida no Trecho 16 do PMR e extrapolando os limites do mesmo, no Estado de Espírito Santo.

Esta região possui peculiaridades e características singulares e necessita de estudos mais detalhados a fim de identificar os possíveis impactos ambientais oriundos do rompimento da barragem de Fundão. Como consequência, conforme menciona a Deliberação n.º165 do CIF, é reconhecida a necessidade de dar resposta à população sobre os possíveis danos ambientais percebidos na região deltaica do rio Doce e planície costeira.

Após discussões técnicas nas reuniões do GT Baixo Doce, foi elaborada a Nota Técnica CT-GRSA n° 05/2019, na qual foram estabelecidas as Diretrizes Mínimas para Elaboração de Estudos na Região Deltaica do rio Doce e sua Planície Costeira, com o intuito de diagnosticar os impactos na região. Essa Nota Técnica, atende ao item 1 da Deliberação n.º165 do CIF, que por sua vez determina que a Fundação Renova realize estudos na região para diagnosticar impactos oriundos do rompimento da barragem de Fundão.

2 OBJETIVO

Elaborar o Plano de Trabalho que atenda ao item 1 da Deliberação n.º 165 do CIF para o 1º ano de estudo da região e incorporar as diretrizes mínimas apresentadas na Nota Técnica CT-GRSA nº 05/2019 (Anexo II), a qual determina a realização de estudos de campo na região da planície costeira e deltaica do Rio Doce, a fim de diagnosticar impactos oriundos do rompimento da barragem de Fundão.

Nessa nota técnica, foi definida uma área de estudo, na qual serão amostradas as matrizes água superficial, sedimentos e solos, em 32 pontos de amostragem, com análises de parâmetros físico-químicos.

Os resultados das matrizes água e sedimento indicarão a qualidade da água e a diferença de comportamento entre os canais artificiais e os rios da área de estudo, na porção interior do delta do rio Doce com a porção próxima dos estuários, observando a influência da maré. Já os resultados da matriz solo irão indicar a qualidade do solo e possíveis alterações que possam ter sido causadas pelo contato com o rejeito.

Cabe esclarecer, que conforme apresentado no Anexo I da Nota Técnica CT-GRSA nº 05/2019, as análises biológicas (ecotoxicidade, macrovertebrados bentônicos, fitoplâncton, etc) serão definidas e realizadas após a avaliação e interpretação dos resultados de um semestre de amostragem. Além disso, para as análises biológicas, deverão ser considerados os resultados dos monitoramentos da Rede Rio Doce Mar (RRDM) e outros estudos da Fundação Renova para que não haja sobreposição de estudos.

Com relação as análises de mineralogia/morfologia/cristalografia, essas não serão consideradas nesta primeira etapa de amostragem. Conforme apresentado na Nota Técnica CT-GRSA nº 05/2019, as coletas para este tipo de análise serão realizadas no período de 6 meses, considerando uma estação chuvosa e uma estação seca, durante o segundo ano de estudo, conforme definição do GT Baixo Doce.

As metodologias para identificação do rejeito estão sendo discutidas no âmbito da CT-GRSA e serão aplicadas no presente estudo quando forem validadas. Desta maneira, em função da metodologia

de identificação do rejeito, ainda em desenvolvimento, bem como dos resultados a serem obtidos este e por outros estudos, será realizada uma revisão do Plano de Trabalho para o segundo ano de estudo.

3 LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA ÁREA

A delimitação da área afetada pelo rompimento da Barragem do Fundão foi definida após deliberação do GT Baixo Doce, fixando-se a planície costeira e deltaica do Rio Doce, conforme apresenta **Figura 1**.

O polígono definido como área de estudo possui aproximadamente 226.416 ha de área, sendo subdividida em três complexos: Comboios, Degredo e São Mateus-Itaúnas, de modo a facilitar a interpretação dos dados coletados, bem como permitir a observação das características inerentes de cada região.

Conforme apresentado na Nota Técnica CT-GRSA nº 05/2019, a região de estudo possui características singulares, sendo constituída por terras planas e diversos tipos de solos, o que resulta na maior planície do Quaternário do estado do Espírito Santo. Na atualidade, os depósitos são extremamente ricos em enxofre e predominam os solos tiomórficos, como consequência das formações de lagunas que existiam no delta do Rio Doce, aproximadamente 120 mil anos atrás.

A construção de canais artificiais, na década de 50, pelo extinto Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS), para drenar as águas das áreas brejosas, expôs o solo à oxidação deste material rico em enxofre. Como resultado das reações químicas, forma-se ácido sulfúrico, acidificando o ambiente (solos e água subterrânea) local.

Essas águas acidificadas percolam o solo e deságuam em corpos hídricos da região, como o rio Ipiranga, rio São Mateus e em canais com maior extensão, como o canal Caboclo Bernardo. Em períodos chuvosos, a combinação da matéria orgânica presente no solo carregada para os corpos hídricos, de pH predominantemente ácidos, provoca o decaimento do oxigênio na água, podendo ter como consequência a mortandade de peixes e outros seres vivos que formam a biota aquática.

Figura 1 – Localização da área de Estudo – planícies costeira e deltaica do Rio Doce.

4 COLETA DE DADOS DE CAMPO

4.1 Localização dos Pontos de Amostragem

Uma vez levantados todos os estudos realizados pela Fundação Renova na região em questão, identificando os pontos amostrais, parâmetros a serem amostrados e para qual finalidade/programa tal coleta está sendo realizada, de acordo com a deliberação nº 165, foram distribuídos novos pontos de amostragem conforme apresentado na Nota Técnica CT-GRSA nº 05/2019, com o intuito de coletar amostras de água superficial, sedimento e solo de pontos onde há denúncias/relatos de impactos ambientais (tais como mortandade de peixes) para além daqueles pontos já monitorados.

A área de estudo do presente Plano de Trabalho foi subdividida em três complexos: Comboios, Degredo e São Mateus-Itaúnas, conforme apresentado na **Figura 1**, nos quais foram determinados um total de 32 pontos de amostragem distribuídos ao longo do delta do Rio Doce. Para cada ponto consentido de forma participativa na GT Baixo Doce, foram elencadas quais matrizes ambientais seriam nele coletadas, sendo elas água superficial, sedimento e solo.

Como parte dos trabalhos para elaboração do presente Plano de Trabalho foi realizada uma visita a campo entre os dias 18 e 20 de junho de 2019 para identificar os pontos de coleta, acessibilidade, necessidade de embarcação e necessidade de liberação em propriedades particulares.

A **Tabela 2** apresenta um resumo com a quantidade de pontos e as matrizes a serem amostradas em cada complexo, bem como as devidas justificativas conforme estabelecido na Nota Técnica CT-GRSA nº 05/2019, além da localização com coordenadas geográficas, meio de acesso e possíveis observações, como resultado da visita a campo. Além disso, no **Anexo I**, é apresentado também um registro fotográfico da visita a campo. Cabe ressaltar que, após visita de campo houve necessidade de ajuste na localização considerada para alguns pontos. Para os pontos em que não foi possível o acesso (indicados com * na **Tabela 2**) foi mantida a coordenada original e estão também passíveis de ajustes no decorrer da execução dos serviços.

Caso exista alguma alteração significativa, em função de possíveis restrições ou outros motivos, essas serão devidamente informadas e justificadas.

Tabela 2 - Resumo dos pontos de amostragem.

PONTO DE AMOSTRAGEM	COMPLEXO	MATRIZ A SER AMOSTRADA			JUSTIFICATIVA	MEIO DE ACESSO		OBSERVAÇÃO	COORDENADAS (UTM ZONA 23K)	
		AG	SE	SO		TE	EM		W (°)	S (°)
GT-BD-01	Comboios	x	x		Ponto de interesse e com dados pretéritos para água	x		Ponto de coleta sem restrições	40°02'20.8"	19°44'45.8"
GT-BD-02	Comboios	x	x		Lagoa de Cacimbas - UC* Comboios	x		Necessita liberação do proprietário	39°52'55.0"	19°39'25.0"
GT-BD-03	Comboios	x	x		Lagoa de Cacimbas - UC* Comboios			Vegetação alta Propriedade particular sem acesso	39°52'31.1"	19°39'14.1"
GT-BD-04	Comboios	x	x		Lagoa Dourada	x		Ponto de coleta com restrição (necessita veículo 4x4)	39°53'56.4"	19°39'53.1"
GT-BD-05	Comboios	x	x		Canal de drenagem			Plantação de eucalipto impede o acesso	39°56'11.9"	19°38'44.0"
GT-BD-06	Comboios	x	x		Lagoa Parda			Propriedade da Petrobrás. Necessita retirar a chave na portaria.	39°51'25.9"	19°37'13.6"
GT-BD-07	Comboios	x	x	x	Região de Gleissolos e canal de drenagem	x		Ponto de coleta sem restrições	39°54'24.6"	19°38'15.7"
GT-BD-08	Comboios	x	x	x	Região de Gleissolos e canal de drenagem	x		Há dois canais de drenagem, verificar possibilidade de escolher o canal que possui acesso	39°58'24,8"	19°37'29.7"
GT-BD-09*	Comboios	x	x		Adução do Doce para o Canal Caboclo Bernardo		x	Mata fechada na margem	39°54'38.1"	19°30'8.49"

PONTO DE AMOSTRAGEM	COMPLEXO	MATRIZ A SER AMOSTRADA			JUSTIFICATIVA	MEIO DE ACESSO		OBSERVAÇÃO	COORDENADAS (UTM ZONA 23K)	
		AG	SE	SO		TE	EM		W (°)	S (°)
GT-BD-10	Comboios	x	x		Canal Caboclo Bernardo		x	Propriedade particular sem acesso	39°54'48.8"	19°37'26,3"
GT-BD-11	Comboios			x	Cordão arenoso próximo a linha de costa	x		Ponto de coleta sem restrições	39°52'35.4"	19°39'44.3"
GT-BD-12	Comboios	x	x		Ponto a montante da confluência com o Canal Caboclo Bernardo	x		Ponto de coleta sem restrições	40°01'43.0"	19°42'21.8"
GT-BD-16	Degredo	x	x		Lagoa da Viúva	x		Ponto de coleta sem restrições	39°48'13.5"	19°32'53.0"
GT-BD-17	Degredo	x	x	x	Região de Quartzarenico e canal drenantes (rio Ipiranga)			Local sem acesso	39°46'44.0"	19°25'56.0"
GT-BD-18	Degredo	x	x	x	Região de Quartzarenico e rio Ipiranga			Propriedade particular sem acesso	39°43'53.6"	19°25'02.4"
GT-BD-19	Degredo	x	x		rio Ipiranga	x		Ponto de coleta sem restrições	39°43'24.5"	19°12'02.6"
GT-BD-20	Degredo	x	x		Riozinho – Pontal	x		Ponto de coleta sem restrições	39°42'51.2"	19°09'48.7"
GT-BD-21	Degredo	x	x		Canal antes do quartzo que foi explodido	x		Ponto de coleta sem restrições	39°43'32.4"	19°08'05.6"
GT-BD-22	Degredo	x	x		Solos tiomorficos e evidência de pH ácido já mensurado (nov/17)	x		Propriedade particular sem acesso	39°43'44.5"	19°08'19.9"
GT-BD-23	Degredo			x	Região de Cambissolo	x		Propriedade particular Vegetação alta	39°55'07.5"	19°21'30.5"

PONTO DE AMOSTRAGEM	COMPLEXO	MATRIZ A SER AMOSTRADA			JUSTIFICATIVA	MEIO DE ACESSO		OBSERVAÇÃO	COORDENADAS (UTM ZONA 23K)	
		AG	SE	SO		TE	EM		W (°)	S (°)
GT-BD-24	Degredo			x	Região de Gleissolos	x		Propriedade particular	39°51'17.5"	19°22'18.3"
GT-BD-25	Degredo			x	Região de Gleissolos	x		Propriedade particular	39°52'46.7"	19°13'48.1"
GT-BD-26	Degredo			x	Região de Gleissolos	x		Propriedade particular sem acesso	39°48'45.1"	19°15'40.5"
GT-BD-27	Degredo			x	Região de Gleissolos	x		Propriedade particular sem acesso	39°44'08.8"	19°14'42.9"
GT-BD-28*	Degredo			x	Região de Neossolos quartzarênico	x	x	Acesso apenas por embarcação ou veículo 4x4	39°43'3.3"	19°7'45.67"
GT-BD-29	Degredo			x	Região de Neossolos quartzarênico Órtico	x		Ponto de coleta sem restrições	39°46'51.4"	19°06'56.1"
GT-BD-30	Degredo			x	Região de Gleissolo Tiomórfico + Organossolo Háplico	x		Ponto de coleta sem restrições	39°50'45.8"	19°06'00.8"
GT-BD-13*	São Mateus-Itaúnas	x	x	x	Solos tiomorficos e denúncia de mortandade de peixes			Ponto não visitado	39°43'36.6"	18°28'56"
GT-BD-14*	São Mateus-Itaúnas	x	x		Ponto com dados pretéritos para água e denúncia de mortandade de peixes			Ponto não visitado	39°42'24"	18°25'5.49"
GT-BD-15*	São Mateus-Itaúnas	x	x		Ponto rio Mariricu - teoricamente sem aporte de rejeitos			Ponto não visitado	39°46'47"	18°41'0.01"
GT-BD-31	São Mateus-Itaúnas			x	Região de Neossolos quartzarênico hidromórfico	x		Ponto de coleta sem restrições	39°45'16.8"	18°59'03.3"

PONTO DE AMOSTRAGEM	COMPLEXO	MATRIZ A SER AMOSTRADA			JUSTIFICATIVA	MEIO DE ACESSO		OBSERVAÇÃO	COORDENADAS (UTM ZONA 23K)	
		AG	SE	SO		TE	EM		W (°)	S (°)
GT-BD-32	São Mateus-Itaúnas			x	Região de Neossolos quartzarênico Órtico	x		Propriedade particular, disponibilidade de entrada apenas pela manhã	39°50'23.8"	18°57'41.9"

Nota: AG: Água; SE: Sedimento; SO: Solo; TE: Terrestre; EM: Embarcação. * Pontos com coordenadas originais as localizações definitivas serão determinadas em campo, conforme execução dos serviços.

As **Figura 2**, **Figura 3** e **Figura 4** apresentam a localização dos pontos de amostragem dos três complexos, ajustadas após visita a campo para os pontos onde foi possível acessar, mantendo as coordenadas originais para os pontos que as localizações definitivas serão determinadas em campo, durante a execução dos serviços.

De forma resumida:

- O Complexo Comboios localizado na porção sul do delta do rio Doce é constituído por 12 (doze) pontos de coleta, sendo que será amostrado em 9 pontos água, sedimento e solo, em 2 pontos água e sedimento e um ponto apenas solo.
- O Complexo Degredo localizado na porção centro-norte do delta do rio Doce, desde a margem norte do rio Doce até as proximidades da Comunidade Remanescente Quilombola de Degredo, sendo constituído por 15 pontos, sendo que será amostrado em 2 pontos água, sedimento e solo, em 5 pontos água e sedimento e 8 pontos apenas solo.
- O Complexo São Mateus/Itaúnas localizado na porção norte do Delta do rio Doce, desde a margem norte, entre a Comunidade Remanescente Quilombola de Degredo e até vila de Itaúnas, em Conceição da Barra, sendo constituído por 5 pontos, sendo que será amostrado em um ponto água, sedimento e solo, em 2 pontos água e sedimento e 2 pontos apenas solo.

Figura 2 – Mapa de Localização dos Pontos de Amostragem do Complexo Comboios.

Figura 3 – Mapa de Localização dos Pontos de Amostragem do Complexo Degredo.

Figura 4 - Mapa de Localização dos Pontos de Amostragem do Complexo São Mateus-Itaúnas.

4.2 Avaliação da Qualidade da Água Superficial

A amostragem de água superficial será desenvolvida conforme as boas práticas descritas no Guia de Amostragem e Preservação (CETESB/ANA, 2011) com equipe experiente (mínimo de 6 meses) e treinada para tal finalidade, nos pontos determinados para cada complexo, de acordo com a **Tabela 2**.

As amostras serão coletadas de forma pontual em todos os pontos de amostragem, mantidas em frascos adequados, identificadas e preservadas até o envio ao laboratório. A avaliação da qualidade da água superficial se dará pela análise de parâmetros físico-químicos, descritos na **Tabela 3**.

Tabela 3 - Parâmetros de Amostragem de Água Superficial.

PARÂMETRO	UNIDADE	JUSTIFICATIVA
<i>Mensuração in situ</i>		
pH	-	Parâmetro Básico
Condutividade Elétrica	µS/cm	Avaliação indireta de alterações na composição iônica
Temperatura do ar	°C	Parâmetro Básico
Temperatura da Água	°C	Parâmetro Básico
Oxigênio Dissolvido	mg/L	Parâmetro Básico
Potencial Redox	mV	Parâmetro Básico
Turbidez	UNT	Avaliação Indireta da concentração de sólidos
Salinidade	PSU	Parâmetro Básico
<i>Análises Laboratoriais</i>		
Sólidos Totais	mg/L	Associado a presença de partículas
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	Associado a presença de partículas
Sólidos em Suspensão	mg/L	Associado a presença de partículas
Sólidos Sedimentáveis	mg/L	Associado a presença de partículas
Cor Verdadeira	Mg Pt/L	Associado a presença de partículas
DBO 5,20	mg/L de O ₂	Avalia a presença de compostos oxidáveis
Carbono Orgânico Total	mg/L	Complementar a DBO
Carbono Orgânico Dissolvido	mg/L	Complementar a DBO
Escherichia coli	UFC/100 mL	Avalia a contaminação por fezes
Clorofila-a	µg/L	Avalia a ocorrência de florações de fitoplâncton

PARÂMETRO	UNIDADE	JUSTIFICATIVA
Feofitina	µg/L	Avalia a ocorrência de florações de fitoplâncton
Cianeto	mg/L de CN	Parâmetro de Qualidade da Água quanto a Toxicidade
Cloreto total	mg/L	Avalia a influência salina e lançamento de efluentes
Magnésio	mg/L de Mg	Macro nutriente iônico
(H ₂ S não dissociado)	Mg/L de S	Avalia a ocorrência de processos anaeróbicos
Nitrato	mg/L	Associado ao lançamento de compostos nitrogenados
Nitrito	mg/L	Associado ao lançamento de compostos nitrogenados
Nitrogênio Total Kjeldahl	mg/L	Associado ao lançamento de compostos nitrogenados
Nitrogênio orgânico	mg/L	Associado ao lançamento de compostos nitrogenados
Nitrogênio Amoniacal Total	mg/L	Associado ao lançamento de compostos nitrogenados
Fósforo (total e dissolvido)	mg/L	Associado ao lançamento de efluentes
Alumínio (total e dissolvido)	mg/L	Investigação sobre o rejeito
Antimônio (total e dissolvido)	mg/L	Investigação sobre o rejeito
Arsênio (total e dissolvido)	mg/L	Associado a formação geológica e investigação sobre o rejeito
Bário (total e dissolvido)	mg/L	Investigação sobre o rejeito
Berílio (total e dissolvido)	mg/L	Investigação sobre o rejeito
(total e dissolvido)	mg/L	Investigação sobre o rejeito
Cádmio (total e dissolvido)	mg/L	Investigação sobre o rejeito
Cromo (total e dissolvido)	mg/L	Investigação sobre o rejeito
Cobalto (total e dissolvido)	mg/L	Investigação sobre o rejeito
Cobre (total e dissolvido)	mg/L	Associado a formação geológica e investigação sobre o rejeito
Ferro (total e dissolvido)	mg/L	Investigação sobre o rejeito
Chumbo (total e dissolvido)	mg/L	Investigação sobre o rejeito
Manganês (total e dissolvido)	mg/L	Investigação sobre o rejeito
Merúrio (total e dissolvido)	mg/L	Investigação sobre o rejeito
Molibdênio (total e dissolvido)	mg/L	Investigação sobre o rejeito
Níquel (total e dissolvido)	mg/L	Investigação sobre o rejeito
Selênio (total e dissolvido)	mg/L	Investigação sobre o rejeito
Prata (total e dissolvido)	mg/L	Investigação sobre o rejeito
Vanádio (total e dissolvido)	mg/L	Investigação sobre o rejeito
Zinco (total e dissolvido)	mg/L	Investigação sobre o rejeito

4.3 Avaliação da Qualidade do Sedimento

A análise do sedimento será composta pela mensuração de parâmetros *in situ* e análise laboratorial do sedimento coletado manualmente. A **Tabela 4** apresenta lista com os parâmetros físico-químicos a serem analisados nas amostras de sedimentos coletadas. As amostras serão coletadas de forma pontual em todos os pontos de amostragem, mantidas em frascos adequados, identificadas e preservadas até o envio ao laboratório.

Tabela 4 - Parâmetros de Amostragem de Sedimento.

PARÂMETRO	UNIDADE	JUSTIFICATIVA
<i>Mensuração in situ</i>		
pH	-	Parâmetro Básico
Potencial Oxi-redução	mV	Parâmetro Básico
<i>Análises Laboratoriais</i>		
Distribuição Granulométrica	-	Descrição geral da qualidade do sedimento/solo
Carbono Orgânico Total	-	Descrição geral da qualidade do sedimento/solo
Fósforo Total	mg/kg	Descrição geral da qualidade do sedimento/solo
Nitrogênio Total Kjeldahl	mg/kg	Descrição geral da qualidade do sedimento/solo
Alumínio	mg/kg	Investigação sobre o rejeito
Antimônio	mg/kg	Investigação sobre o rejeito
Arsênio	mg/kg	Associado a formação geológica e investigação sobre o rejeito
Bário	mg/kg	Investigação sobre o rejeito
Berílio	mg/kg	Associado a formação geológica e investigação sobre o rejeito
Boro	mg/kg	Investigação sobre o rejeito
Cadmio	mg/kg	Investigação sobre o rejeito
Cromo	mg/kg	Investigação sobre o rejeito
Cobalto	mg/kg	Investigação sobre o rejeito
Cobre	mg/kg	Investigação sobre o rejeito
Estrôncio	mg/kg	Investigação sobre o rejeito
Ferro	mg/kg	Associado a formação geológica e investigação sobre o rejeito
Chumbo	mg/kg	Investigação sobre o rejeito
Manganês	mg/kg	Associado a formação geológica e investigação sobre o rejeito
Molibdênio	mg/kg	Investigação sobre o rejeito
Níquel	mg/kg	Investigação sobre o rejeito

PARÂMETRO	UNIDADE	JUSTIFICATIVA
Selênio	mg/kg	Investigação sobre o rejeito
Prata	mg/kg	Investigação sobre o rejeito
Vanádio	mg/kg	Investigação sobre o rejeito
Zinco	mg/kg	Investigação sobre o rejeito

4.4 Avaliação da Qualidade do Solo

As amostras de solo serão coletadas por meio de um trado holandês em aço inox próprio para amostragem de solo, de forma pontual nos intervalos entre 0 – 0,20; 0,20 – 0,40; 0,40 – 0,60 e 0,60 – 0,80 m de profundidade.

Os parâmetros a serem analisados para as amostras de solo estão especificados na **Tabela 5**. Ressalta-se que os parâmetros potencial hidrogeniônico (pH) e de oxi-redução (Eh) de cada amostra de solo coletada serão medidos em campo com o auxílio de um aparelho portátil (Phmetro Digital Portátil).

As amostras devem ser acondicionadas em sacos plásticos, previamente identificados, e mantidas congeladas até o momento de análise, visando a manutenção de suas propriedades físico-químicas fundamentais.

Tabela 5 - Parâmetros de Amostragem de Solo.

0-0,20M 0,20-0,40M	0,40-0,60M 0,60-0,80 M	PARÂMETRO	UNIDADE	JUSTIFICATIVA
x	x	pH	-	Parâmetro Básico
x	x	Potencial Oxi-redução	mV	Parâmetro Básico
x	x	Distribuição Granulométrica	-	Descrição geral da qualidade do sedimento/solo
x		Carbono Orgânico Total	-	Descrição geral da qualidade do sedimento/solo

0-0,20M 0,20-0,40M	0,40-0,60M 0,60-0,80 M	PARÂMETRO	UNIDADE	JUSTIFICATIVA
x		Fósforo Total	mg/kg	Descrição geral da qualidade do sedimento/solo
x		Nitrogênio Total Kjeldahl	mg/kg	Descrição geral da qualidade do sedimento/solo
x		Alumínio	mg/kg	Investigação sobre o rejeito
x		Antimônio	mg/kg	Investigação sobre o rejeito
x		Arsênio	mg/kg	Associado a formação geológica e investigação sobre o rejeito
x		Bário	mg/kg	Investigação sobre o rejeito
x		Berílio	mg/kg	Associado a formação geológica e investigação sobre o rejeito
x		Boro	mg/kg	Investigação sobre o rejeito
x		Cadmio	mg/kg	Investigação sobre o rejeito
x		Cromo	mg/kg	Investigação sobre o rejeito
x		Cobalto	mg/kg	Investigação sobre o rejeito
x		Cobre	mg/kg	Investigação sobre o rejeito
x		Estrôncio	mg/kg	Investigação sobre o rejeito
x		Ferro	mg/kg	Investigação sobre o rejeito
x		Chumbo	mg/kg	Investigação sobre o rejeito
x		Manganês	mg/kg	Associado a formação geológica e investigação sobre o rejeito
x		Molibdênio	mg/kg	Investigação sobre o rejeito
x		Níquel	mg/kg	Investigação sobre o rejeito
x		Selênio	mg/kg	Investigação sobre o rejeito
x		Prata	mg/kg	Investigação sobre o rejeito
x		Vanádio	mg/kg	Investigação sobre o rejeito
x		Zinco	mg/kg	Investigação sobre o rejeito
x	x	Cátions trocáveis (Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Na ⁺ , K ⁺ , Al ³⁺)	Método Embrapa 2011	Descrição geral da qualidade do sedimento/solo
x	x	Acidez potencial (H ⁺ , Al ³⁺)	Método Embrapa 2011	Descrição geral da qualidade do sedimento/solo
x	x	Fósforo assimilável ("Mehlich-I", determinação por colorimetria)	Método Embrapa 2011	Descrição geral da qualidade do sedimento/solo

0-0,20M 0,20-0,40M	0,40-0,60M 0,60-0,80 M	PARÂMETRO	UNIDADE	JUSTIFICATIVA
x	x	Ataques sulfúrico e alcalino (% Fe ₂ O ₃ , % Al ₂ O ₃ e % SiO ₂)	Método Embrapa 2011	Descrição geral da qualidade do sedimento/solo
x	x	Equivalente de carbonato de cálcio	Método Embrapa 2011	Descrição geral da qualidade do sedimento/solo
x	x	Teste de incubação para a constatação da presença de materiais sulfídricos	Método Embrapa 2013	Descrição geral da qualidade do sedimento/solo

5 PROCEDIMENTOS PARA A GARANTIA DA QUALIDADE

5.1 Procedimento para Descontaminação de Equipamentos

Após a coleta das matrizes acima descritas, todos os equipamentos e ferramentas utilizados em campo, que tiveram contato com as amostras e que não são considerados descartáveis, serão obrigatoriamente descontaminados entre a realização de cada ponto de amostragem, através da utilização de espátulas, esponjas e lavagem com água e detergente alcalino, isento de fosfato. Este procedimento tem como objetivo minimizar a possibilidade de contaminação cruzada entre os pontos de amostragem.

5.2 Procedimento para Gerenciamento dos Resíduos Gerados em Campo

Os resíduos sólidos gerados, proveniente das atividades de campo, como equipamentos de proteção individual, (EPI), mangueiras, plástico e papelão, dentre outros, serão recolhidos e descartados devidamente. Todo o solo e sedimento proveniente das sondagens serão utilizados para o tamponamento dos furos no próprio local.

5.3 Procedimento para Encaminhamento para Análise Laboratorial

Todas as amostras coletadas serão armazenadas em recipientes ou sacos plásticos, devidamente identificadas e mantidas sob refrigeração em caixas de poliestireno por um período máximo de três dias antes do transporte final para o laboratório. As amostras serão encaminhadas para laboratório acreditado pela ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005 juntamente com as respectivas cadeias de custódia.

Os limites de quantificação laboratoriais serão compatíveis com o disposto na Resolução CONAMA n.º357/05 (BRASIL, 2005) e as metodologias as mesmas adotadas no Programa de Monitoramento Quali-Quantitativo Sistemático (PMQQS), de forma que os dados possam ser comparados nas análises que forem realizadas.

6 PRODUTOS

Os resultados destes serviços serão apresentados de duas formas:

- **Consolidação de Resultados:** Planilhas com os resultados analíticos e os laudos laboratoriais em anexo, 60 dias após a finalização das campanhas amostrais;
- **Relatório Técnico Simplificado:** Relatório técnico simplificado contendo a descrição dos dados mensurados assim como a análise técnica de pelo menos duas campanhas amostrais (um semestre), devendo ser entregue em até 90 dias após a finalização da campanha de campo.

7 CRONOGRAMA

Para o desenvolvimento do presente Plano de Trabalho, propõe-se um cronograma de desenvolvimento das atividades, a partir da emissão da Ordem de Serviço, descrito a seguir na tabela 6. De acordo com o cronograma de cada campanha, os trabalhos de campo serão realizados em 20 dias úteis considerando o deslocamento da equipe de campo ao local da amostragem (2 dias). Além disso, estimam-se 25 dias úteis para análise laboratorial (incluindo o traslado de amostras).

Os dias úteis para trabalhos de campo foram estimados considerando que a Fundação Renova fornecerá o suporte necessário para acessar às propriedades privadas e não contempla eventos climáticos que impossibilitem o desenvolvimento dos trabalhos.

A frequência de amostragem será trimestral, respeitando os períodos de chuva e estiagem os quais influenciam diretamente as condições ambientais da área de estudo, sendo dessa forma proposto serem realizadas amostragens nos meses de setembro (final do período seco), dezembro (meio do período chuvoso), março (final do período chuvoso) e junho (meio do período seco). É válido ressaltar que serão observadas as condições de precipitação na região no momento das campanhas amostrais, pelo que as datas de amostragem podem ser alteradas.

O período de amostragem será de dois anos completos a fim de avaliar os impactos do rompimento da barragem e realizar um diagnóstico ambiental representativo, no entanto, o presente Plano de Trabalho foi elaborado apenas para o primeiro ano de coleta considerando uma reavaliação conforme os resultados obtidos no primeiro ano de investigação.

Por uma questão de localização, entende-se ser melhor dar início às coletas pelo Complexo de Comboios, seguido do Complexo de São Mateus-Itaúnas e finalizar pelo Complexo de Degredo.

Tabela 6 - Cronograma de desenvolvimento das atividades de campo e entregas de produtos.

ETAPAS		PRAZO
	Mobilização	2 dias
Comboios	Coleta de amostras e análises <i>in situ</i>	5 dias
	Análises e emissão de laudos	25 dias
	Coleta de amostras <i>in situ</i>	5 dias
São Mateus- Itaúnas	Análises e emissão de laudos	25 dias
	Coleta de amostras <i>in situ</i>	8 dias
Degredo	Análises e emissão de laudos	25 dias
	Consolidação de planilhas de resultados	60 dias após finalização das campanhas trimestrais
	Relatório Técnico Simplificado	90 dias após finalização das campanhas semestrais

8 EQUIPE TÉCNICA

PROFISSIONAL	FORMAÇÃO	FUNÇÃO
Andreia Garcia	Ecóloga	Gerente de Projeto
Mercedes Buzzella	Engenheira Civil	Revisão de Plano de Trabalho
Thiago Besse	Engenheiro Ambiental	Visita a campo
Mayra Braga Nishigaki	Geóloga	Elaboração de Plano de Trabalho
Rodrigo Utima	Pós-graduação em geoprocessamento	GIS

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. Resolução CONAMA nº357, de 17 de março de 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. Brasília, 2005.

CETESB/ANA. Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos / Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão ... [et al.]. -- São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011.

GOLDER. Relatório da Avaliação dos Impactos no Meio Físico Resultantes do Rompimento da Barragem de Fundão. RT-023_159-515-2282_00-J. 2016

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Laudo Técnico Preliminar – Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais. 2015.

JACOBS. Relatório Técnico Volume 4 – Aplicação do Plano de Manejo de Rejeitos no Trecho 9. São Paulo. Agosto 2018.

ANEXO I – REGISTRO FOTOGRÁFICO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM

ANEXO II – NOTA TÉCNICA CT-GRSA Nº 05/2019