



FUNDAÇÃO
renova

PLANO DE TRABALHO

Coleta e Análises de amostras para identificação e quantificação de metilmercúrio na região de Minas Gerais

ATENDIMENTO À DELIBERAÇÃO CIF Nº 727/2023

Belo Horizonte

Dezembro/2023

RESUMO

Este documento apresenta a estratégia para coleta e análise de amostras no sedimento e tecido muscular de peixes e crustáceos (camarões) na região de Minas Gerais na porção da bacia do rio Doce e tributários respectivamente. Este Plano de Trabalho tem como objetivo principal atender à Deliberação nº 727 do Comitê Interfederativo (CIF), de 08 de novembro de 2023. O documento apresenta os critérios utilizados na escolha dos pontos da malha amostral e informa a metodologia de coleta e análise das amostras.

Palavras-chave: Biodiversidade aquática, rio Doce, Minas Gerais, Monitoramento, Metilmercúrio e PMBA.

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	4
2. PREMISSAS	6
3. DESCRIÇÃO DO PLANO DE TRABALHO	7
3.1 Objetivo	7
3.2 Área de Amostragem	7
3.3 Metodologia	9
3.3.1 Frequência amostral	9
3.3.2 Parâmetros a serem monitorados	9
3.3.3 Amostragem	10
3.3.4 Metodologia de Coleta de acordo com referências do PMBA ES/FEST – Tema Ecotoxicologia.....	12
3.3.5 Metodologia de Análise.....	13
3.4 Entregas e Produtos Planejados.....	13
3.4.1 Gestão de informações no laboratório	13
3.4.2 Gestão de informações para CTBio.....	14
3.5 Cronograma de Contratação de Fornecedor.....	14
3.6 Referências bibliográficas	15
3.7 Equipe Técnica envolvida na elaboração deste documento	16

1. APRESENTAÇÃO

Este documento foi produzido pela FUNDAÇÃO RENOVA com o objetivo de atendimento à Deliberação nº727 do Comitê Interfederativo (CIF) de 08 de novembro de 2023, que solicita a execução de monitoramento para avaliação do metilmercúrio no estado de Minas Gerais.

A solicitação da análise do metilmercúrio foi originária de uma demanda por parte da CT-Bio através da Nota Técnica nº 04/2023/CTBio/DIBIO/ICMBio e Nota Técnica nº 11/2022/CTBio/DIBIO/ICMBio que foram levadas ao CIF com a recomendação de incluir as análises de metilmercúrio no escopo metodológico de monitoramento da biodiversidade em Minas Gerais e Espírito Santo, gerando a Deliberação do CIF nº666 de 23 de março de 2023 que delibera:

“1. Propor a inclusão de metodologia de preparo e análise das amostras de sedimentos, tecidos de peixes e crustáceos para identificação e quantificação (especificação) do Metilmercúrio, que deve ser validada com base nos critérios estabelecidos pela norma ABNT NBR 17025:2017 com método de preparo e análise baseado no Elemental Analysis Manual - Seção 4.11. 2. “

“4. A proposição citada no item 1, deve-se estender a todos os estudos pertencentes à Cláusula 165, realizados na bacia do rio Doce, isto é, contemplando tanto a porção capixaba, quanto à mineira.”

A solicitação de inclusão do metilmercúrio, veio com base no laudo pericial emitido pela AECOM no âmbito do Eixo 6 (*Relatório N° 36 – Perito do Juízo, 12ª. Vara da Justiça Federal Cível e Agrária da SJMG, na Ação Civil Pública, Processo N° 1000412- 91.2020.4.01.3800*), que concluiu inexistência denexo de causalidade com o rompimento da barragem de Fundão para as concentrações de metilmercúrio encontradas no pescado proveniente da região dulcícola, nos crustáceos provenientes da região estuarina e nos crustáceos oriundos da região marinha. A equipe de perícia concluiu pela existência de nexo de causalidade com o

rompimento da barragem de Fundão para as concentrações de metilmercúrio encontradas nos peixes provenientes da região marinha.

O atendimento a Deliberação 666 foi possível de ser realizada dentro do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática – PMBA para o território capixaba (Espírito Santo), no qual foi possível abarcar mais 3 (três pontos) da região mineira, devido a malha amostral utilizada neste projeto. Para o território mineiro, em diversas discussões este cenário não caberia o mesmo desfecho em função do formato em que o projeto foi construído. Em detrimento do não cumprimento total da Deliberação nº666, foi emitida por parte da CTBio a Nota Técnica nº 10/2023, que originou a Deliberação nº 727 de 08 de novembro de 2023, que delibera em um de seus itens, com foco no objetivo deste Plano de Trabalho o seguinte:

“3. A Fundação Renova deverá apresentar a proposta de execução do estudo de metilmercúrio em Minas Gerais, podendo ser por contratação específica para tal e/ou termos aditivos, podendo valer-se das malhas amostrais desenhadas pelas Linhas Temáticas do PMBA-MG para tanto, se tecnicamente cabível, até o prazo final de 11 de dezembro de 2023;”

Sendo assim, o Plano de Trabalho direciona a atividade de coleta e análises de amostras de sedimento, peixes e camarões para avaliação do metilmercúrio na região de Minas Gerais, utilizando pontos de malha amostral desenhadas nos projetos do PMBA MG da Chamada 10/2018 FAPEMIG e metodologias de coleta praticadas pelo PMBA ES/FEST que envolve o monitoramento do metilmercúrio no Espírito Santo.

2. PREMISSAS

Nesta estratégia de atendimento à Deliberação CIF nº 727/2023 é considerada a correspondência de pontos de coleta com as parcerias já firmadas com a Fundação Renova, pois é constatação recorrente nas discussões técnicas em diversos fóruns do Sistema CIF a necessidade do olhar integrado sobre a bacia e seus processos, de maneira a se obterem respostas assertivas sobre a magnitude e abrangência dos impactos e da recuperação já ocorrida em função das ações de reparação implantadas ou em curso e dos próprios mecanismos naturais.

Um processo de contratação concorrencial será conduzido para seleção de instituição executora das atividades descritas neste Plano de Trabalho.

As atividades de coleta dependem e ficam condicionadas a obtenção da autorização de manejo de fauna a ser emitida por órgão responsável.

Somente para as amostras que apresentarem concentrações de mercúrio total, quantificado a partir do método de análise conduzido pelos laboratórios acreditados, serão selecionadas e avaliadas as amostras para análise do metilmercúrio.

As análises de mercúrio total e metilmercúrio em camarões ficam condicionadas à obtenção de quantidade mínima para análise pelo laboratório acreditado.

A quantificação de metilmercúrio será realizada por laboratórios analíticos certificados pela ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017 com acreditação para desenvolvimento desta análise e toda documentação comprobatória pertinente será compartilhada com esta Câmara Técnica após a conclusão da contratação do laboratório. A contratação do laboratório será realizada pela Fundação Renova, por meio de processo concorrencial.

3. DESCRIÇÃO DO PLANO DE TRABALHO

3.1 Objetivo

Identificação e quantificação do Metilmercúrio em Sedimento e Tecido Muscular de Peixes e Camarões nas regiões de Minas Gerais ao longo do ambiente dulcícola, rio Doce.

3.2 Área de Amostragem

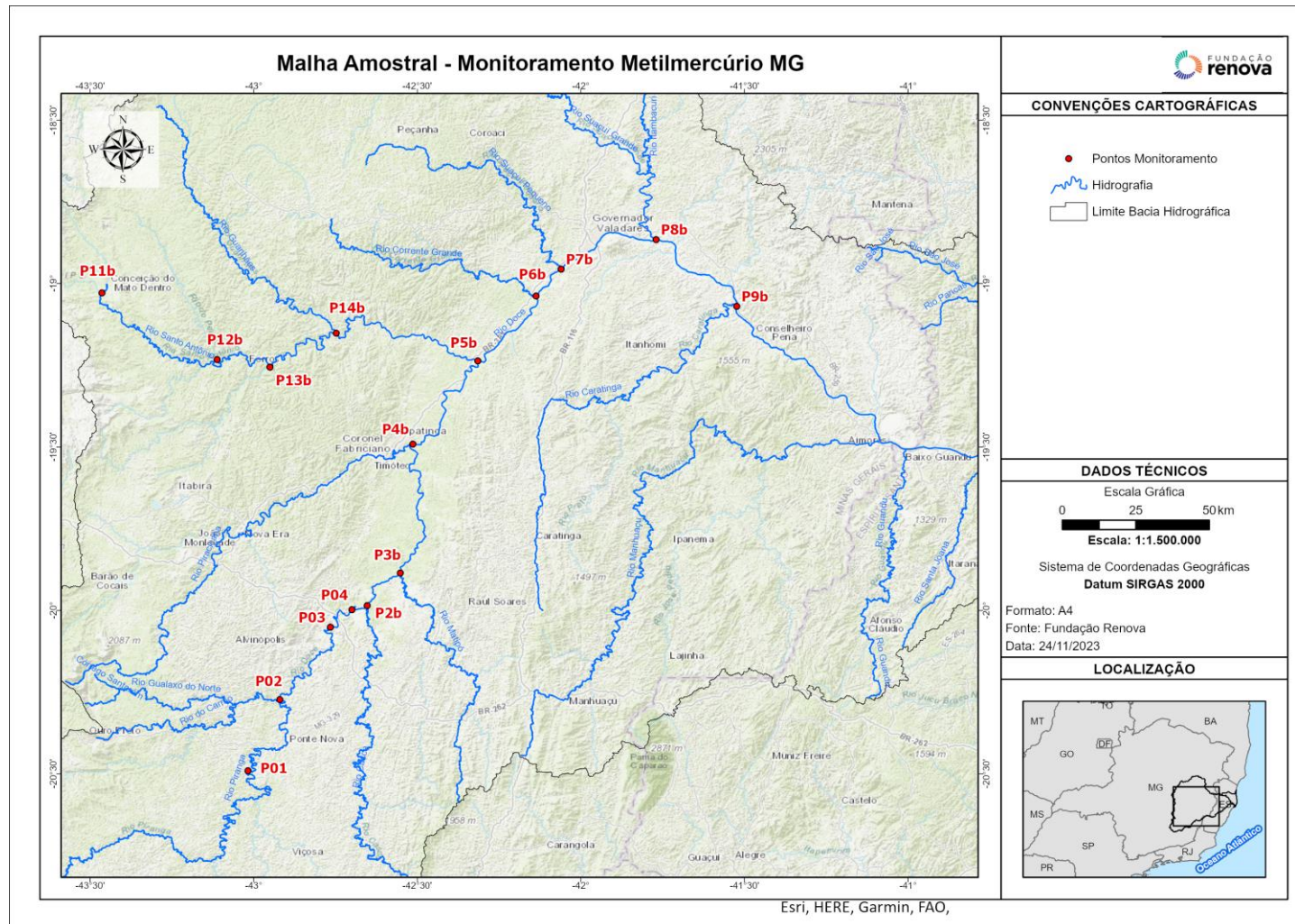
O monitoramento será realizado em 16 (dezesseis) pontos ao longo da bacia do rio Doce na porção mineira, incluindo os tributários, rio Santo Antônio e rio Piranga, em virtude de serem pontos de abrangência dos projetos de Linhas de Pesquisa executadas no âmbito do PMBA da Chamada 10/2018 FAPEMIG, para possíveis integrações futuras.

A ausência de pontos de amostragem no mapa próximo a região da foz do rio Aimorés MG, se justifica pela região estar contemplada no monitoramento do metilmercúrio executado pelo PMBA do Espírito Santo.

Quadro 1 - Pontos do monitoramento.

Nome do Ponto	Código do Ponto	Latitude1	Longitude1
Rio Casca - São José do Goiabal	P2b	-19,985149	-42,65258
Rio Matipó - São José do Goiabal	P3b	-19,885958	-42,551508
Rio Piracicaba - Ipatinga	P4b	-19,491959	-42,51387
Rio Santo Antônio - Naque	P5b	-19,236619	-42,314711
Rio Corrente - Periquito	P6b	-19,038449	-42,136604
Rio Suaçuí Pequeno - Alpercata	P7b	-18,955815	-42,060354
Rio Suaçuí Grande - Governador Valadares	P8b	-18,865025	-41,770296
Rio Caratinga - Conselheiro Pena	P9b	-19,06937	-41,52383
Rio Santo Antônio - Conceição do Mato Dentro	P11b	-19,028709	-43,462799
Rio Santo Antônio - São Sebastião do Rio Preto	P12b	-19,232698	-43,111309
Rio Santo Antônio - Ferros	P14b	-19,151908	-42,747698
Rio Santo Antônio - Joanésia	P13b	-19,25526	-42,950359
Rio Piranga - Guaracicaba	P01	-20,491167	-43,016556
Rio Doce - Rio Doce	P02	-20,273056	-42,919444
Rio Doce - Sem Peixe	P03	-20,051389	-42,765278
Rio Doce - São José do Goiabal	P04	-19,998333	-42,698889

Figura 1 - Mapa dos pontos de amostragem para o monitoramento do metilmercúrio.



Fonte: Fundação Renova, 2023.

3.3 Metodologia

3.3.1 Frequência amostral

A periodicidade do monitoramento, busca contemplar 1 (uma) campanha no período seco, considerando os meses de abril a setembro e 1 (uma) campanha no período chuvoso, considerando os meses de outubro a março.

3.3.2 Parâmetros a serem monitorados

O principal objetivo do monitoramento é a avaliação do Metilmercúrio a partir da quantificação de Mercúrio Total nas amostras das matrizes de Sedimento e Tecido Animal (músculo) de Peixes e Camarões. Tendo em vista, que a avaliação deste elemento não seja relevante ser avaliado de forma isolada e para trazer mais robustez ao processo, serão realizadas medições dos parâmetros “in situ” nas matrizes de água e sedimento. Ressalta-se que os limites de quantificação de cada parâmetro de qualidade de água avaliados deverão ser compatíveis com os padrões de qualidade definidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008.

O laboratório responsável pelas análises deve emitir laudos individualizados para cada ponto de monitoramento, podendo cada laudo agrupar todos os parâmetros daquele ponto específico. Em todos os pontos de coleta serão realizadas medições de campo através de sondas multiparâmetro dos seguintes parâmetros: temperatura da amostra, temperatura ambiente, turbidez, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, pH e potencial redox. Assim como, avaliação de profundidade.

Quadro 2: Parâmetros para análise

Parâmetro (unidade)	Matriz	Local	Método
Mercúrio Total (mg/Kg)	Sedimento e Tecido animal	Laboratório	-
Metilmercúrio (mg/Kg)	Sedimento e Tecido animal	Laboratório	-
Condutividade Elétrica (uS/cm)	Água	<i>in situ</i>	SMEWW - 2510B
Oxigênio dissolvido (mg.L-1 e%)	Água	<i>in situ</i>	SMEWW 4500 OG
pH	Água e Sedimento	<i>in situ</i>	SMEWW - 4500 H+B
Potencial Redox (mV)	Água e Sedimento	<i>in situ</i>	SMEWW 2580 B / POP 112
Temperatura do ambiente (°C)	-	<i>in situ</i>	SMEWW 2550 B
Temperatura da água (°C)	-	<i>in situ</i>	SMEWW 2550 B
Turbidez (NTU)	Água	<i>in situ</i>	SMEWW 2130B
Profundidade (m)	Coluna d'água	<i>in situ</i>	-

3.3.3 Amostragem

As coletas serão realizadas seguindo as metodologias aplicadas pelas equipes executoras do Programa de monitoramento da Biodiversidade Aquática – PMBA referente ao Tema da Ecotoxicologia no Espírito Santo.

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

- Fichas de campo e cadeias de custódia

Os procedimentos em campo serão registrados de maneira sistemática em formulários específicos (fichas de campo ou cadeias de custódia), preenchidos no momento da amostragem para todos os pontos. As fichas devem ser elaboradas por matriz, contendo, no mínimo: registros das observações sobre as condições de amostragem, equipamentos utilizados, as não conformidades ou anomalias verificadas durante o processo de amostragem, frascos e preservantes utilizados e resultados dos parâmetros físicos e químicos medidos in situ. As fichas de campo devem ser validadas pelos fiscais de campo.

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

As fichas de campo e cadeias de custódia poderão ser digitalizadas, considerando as mesmas informações registradas acima e incluindo registros fotográficos do momento da coleta.

- Requisitos e identificação das amostras

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

preservantes, data e horário da amostragem. Preferencialmente, deverão possuir código de barras para garantir a rastreabilidade das amostras, similar às fichas de campo.

- *Lista de documentos, equipamentos e materiais gerais*

São descritos abaixo os documentos, equipamentos e materiais mínimos necessários para a amostragem de água e sedimentos. Estes poderão ser adaptados pelo Laboratório Acreditado responsável pela amostragem.

- ✓ Documentos de referência: Plano de Saúde e Segurança, Plano de Amostragem e Mapa das estações com escala adequada;
- ✓ Documentos e Formulários de trabalho: Formulário de Cadeia de Custódia, Fichas de campo, Documentação de saúde e segurança do trabalho com complementos exigidos pela Fundação Renova;
- ✓ Saúde e Segurança: Kit de primeiros socorros, Telefone, Macacões até a altura do peito (quando necessário), Botas de borracha, Botas de Segurança, EPIs em geral, Condutor de barco capacitado e autorizado pela área de segurança da Fundação Renova;
- ✓ Coleta e Preparo das amostras: Barco, acessórios (exemplos: GPS, Câmera Digital ou Celular com Câmera de boa qualidade) e equipamentos de coleta e segurança do barco (âncora, cabo, motor, identificação da capacidade do barco), Caixas Térmicas, Frascaria adequada e Gelo para conservação das amostras.

- *Cuidados específicos para coleta e medição de todas as matrizes correspondentes*

- ✓ Quando a profundidade do rio for baixa, as coletas deverão ser realizadas com calça bota. Neste caso específico, o técnico de campo deverá entrar no rio com cuidado para não ressuspender o fundo do rio e causar aumento de turbidez na água;
- ✓ Quando a profundidade do rio for baixa, mas as condições de entrada do técnico de campo com calça bota forem inviáveis por questões de segurança, e a colocação do barco na água não seja possível, deve-se utilizar um caiaque para a realização da coleta. O técnico de campo deverá ter habilidade e cuidados no manuseio do caiaque;
- ✓ Se não for possível ancorar o barco para a realização da coleta, a mesma deverá acontecer com o motor ligado, desde que a proa do barco fique voltada contra a correnteza da água, de

modo que a coleta aconteça sem sofrer influência dos óleos que, eventualmente, possam sair do motor do barco.

3.3.4 Metodologia de Coleta de acordo com referências do PMBA ES/FEST – Tema Ecotoxicologia

Sedimento

As coletas de sedimento serão realizadas com auxílio de draga do tipo Van Veen. As amostras serão abertas em caixas plásticas, buscando-se gerar o mínimo de perturbação na superfície do sedimento e fotografadas imediatamente após a coleta, para fim de registro da coleta. Para a análise de metais, as amostras serão coletadas com o auxílio de espátula de plástico, raspando-se apenas os primeiros centímetros (0 - 5 cm) e obtendo-se apenas o sedimento superficial. A massa de sedimento coletada será de no mínimo 200 g para cada avaliação proposta, possibilitando a verificação de variações e aumento da precisão nos resultados. Potes com capacidade total de 250 g serão preenchidos, deixando apenas o espaço de expansão do congelamento, para garantir a massa necessária de amostra para as determinações. Posteriormente as amostras serão armazenadas congeladas a -20°C.

Peixes

Para a amostragem de peixes, serão utilizadas redes de emalhar de diferentes malhas (15, 25, 35, 50 e 60 mm entre nós adjacentes), cada qual com 20 m de comprimento. Em cada ponto de amostragem, serão armados os conjuntos de redes ao final da tarde, sendo os mesmos retirados na manhã do dia seguinte, permanecendo, portanto, na coluna d'água por aproximadamente 12 horas. Além das redes de-emalhar, poderão ser utilizadas rede de arrasto, peneiras e tarrafa (malha 20 mm). Após a captura, os peixes serão identificados, pesados (g) e medidos (mm). Após a coleta, as amostras serão mantidas em caixas plásticas com água do próprio local com aeração constante para serem anestesiados (benzocaína diluída em água; 0,25 mg/L), pesados (g) e medidos (mm). Após anestesia, a amostra de músculo da região dorsal (musculatura hipoaxial) será dissecada removendo-se as escamas e a pele. A quantidade de massa úmida coletada, deve garantir uma quantidade de mínima de 0,25g para cada avaliação proposta, possibilitando a verificação de variações e aumento da precisão nos resultados. As amostras de músculo de pescado serão acondicionadas em sacos ziploc previamente limpos com ácido nítrico 5% por 24 horas, completados por lavagem em água deionizada para evitar contaminação. Serão mantidas congeladas a -20°C, com a identificação em papel vegetal, facilitando assim a secagem e posterior análises dessas amostras.

Camarões

No caso dos camarões, a coleta será realizada com a utilização de petrechos de pesca, conforme o ambiente (ex: redes de cerco, redes de arrasto). Os animais coletados serão previamente crioanestesiados (~2 min) e o comprimento total (rosto ao telson) mensurado. As amostras de tecidos (músculo) serão coletadas utilizando-se material cirúrgico inoxidável ou plástico. A quantidade de massa úmida coletada, deve garantir uma quantidade de mínima de 0,25g para cada avaliação proposta, possibilitando a verificação de variações e aumento da precisão nos resultados. Todas as amostras biológicas coletadas serão acondicionadas em sacos ziploc previamente limpos com ácido nítrico 5% por 24 horas, completados por lavagem em água deionizada para evitar contaminação e congeladas a -20°C.

3.3.5 Metodologia de Análise

As análises de Mercúrio Total e Metilmercúrio das matrizes propostas devem ser realizadas por laboratórios acreditados nos termos da ABNT NBR-ISO/IEC 17025:2005 junto ao Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). A premissa para avaliação do Metilmercúrio será realizada, em decorrência de ser quantificado concentrações de Mercurio Total nas amostras.

Os limites de quantificação dos métodos empregados na avaliação do tecido muscular de peixes e crustáceos, deverão atender o valor de referência para Mercúrio total de 0,5 mg/Kg estipulado pela Instrução Normativa nº 88 de 26 de março de 2021 da ANVISA (alimentos e categorias de alimentos).

3.4 Entregas e Produtos Planejados

3.4.1 Gestão de informações no laboratório

A partir do recebimento das amostras no laboratório, as mesmas devem ser submetidas às respectivas análises conforme descreve o item 3.3.2 Parâmetros a serem monitorados.

Todos as informações registradas em campo e laboratório, poderão ser solicitadas pela equipe da Fundação Renova a qualquer momento, assim como, também serão fornecidos em laudos analíticos no formato PDF e arquivos com extensão CSV.

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

3.4.2 Gestão de informações para CTBio

Os resultados obtidos na quantificação de metilmercúrio nas amostras de sedimento e tecido muscular dos peixes e camarões selecionados, serão apresentados/disponibilizados para a CTBio, após recebimento dos resultados pelo laboratório e consolidação das entregas das campanhas de coleta realizadas pelo fornecedor.

Também será incentivada a utilização destes resultados pelos projetos de pesquisas existentes em parceria com a Fundação Renova em seus relatórios de resultados, no qual mediante autorização da CTBio, poderão ter acesso aos dados.

3.5 Cronograma de Contratação de Fornecedor

Atividades	2024													
	Janeiro		Fevereiro		Março		Abril		Maio		Junho		Julho	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Contratação do Laboratório/Consultoria - Processo Concorrencial														
Início do processo de contratação (Elaboração de documentação e convite aos proponentes)														
Visita Técnica com os proponentes (On Line)														
Análise e aprovação das Propostas Técnicas e Financeiras														
Conclusão da negociação e assinatura do contrato														
Reunião de Kick Off														
Emissão da Ordem de Serviço														
Mobilização														

3.6 Referências bibliográficas

AECOM, 2022 - Relatório N° 36 – Perito do Juízo, 12ª. Vara da Justiça Federal Cível e Agrária da SJMG, na Ação Civil Pública, Processo N° 1000412- 91.2020.4.01.3800

PMBA/UFES/FEST, 2022 – Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática da Área Ambiental I – Porção Capixaba do Rio Doce e Região Marinha e Costeira Adjacente – PMBA. 4º Relatório Semestral do PMBA/FEST-RRDM.

PMBA/UFES/FEST, 2023 – Relatório Semestral de Evolução do PMBA/FEST – Síntese Integrativa entre ambientes - RSE2022 PMBA/Fest.

PMBA/UFES/FEST, 2023 - Material Suplementar Ambiente Dulcícola – Tema Ecotoxicologia - RA2022 PMBA/Fest.

PMBA/UFES/FEST, 2023 - Material Suplementar Ambiente Costeiro – Tema Ecotoxicologia - RA2022 PMBA/Fest.

EPA – Method 3200, 2014 – “*Mercury Species Fractionation and Quantification by Microwave Assisted Extraction, Selective Solvent Extraction and/or Solid Phase Extraction*”.

EPA – Method 7471B, 2007 – “*Mercury in Solid or Semisolid Waste (Manual Cold-Vapor Technique)*”.

FAPEMIG, FUNDAÇÃO RENOVA, 2023 - CHAMADA 10.2018 - Proposta de Pesquisa Linha Temática I – “*Avaliação dos impactos do rompimento da Barragem de Fundão, Mariana, MG, na dinâmica espaço-temporal dos processos biogeoquímicos e biota aquática do rio Doce – MG*”.

3.7 Equipe Técnica envolvida na elaboração deste documento

EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL POR ESTE PLANO DE TRABALHO			
Nome completo	Formação	Função/ Renova	Conselho de classe
Andreza Malini	Engenheira Ambiental	Analista de Biodiversidade	CREA ES-038911/D
MSc. Letícia de Moraes	Bióloga	Analista de Biodiversidade	CRBio 78058/02
Dra. Laila Medeiros	Bióloga	Coordenadora de Proteção e Monitoramento da Biodiversidade	CRBio 78002/02