

descrita a seguir (Quadro 4). Estão previstas reuniões com a equipe de coleta de sedimentos para os alinhamentos referentes à coleta de amostras.

11) Ainda na p. 15:

- Incluir previsão de local e condições de armazenamento das amostras.
- Retirar o trecho “A aquisição de infraestrutura similar à existente nos Departamentos implicaria no aumento de custos da presente proposta e também demandaria espaço físico considerável.”

O armazenamento temporário das amostras no período entre coleta e a retirada para a realização dos testes ecotoxicológicos será realizado no Centro de Referência em Análises Ambientais (Química- UFMG). As amostras serão transportadas para os laboratórios responsáveis pela execução dos testes ecotoxicológicos na semana da realização dos mesmos e devem ser mantidas sob congelamento previamente ao teste, conforme esclarecido no projeto.

O trecho especificado foi retirado do projeto, conforme solicitado.

**Pag. 15.** *O armazenamento temporário das amostras no período entre coleta e a retirada para a realização dos testes ecotoxicológicos será realizado no Centro de Referência em Análises Ambientais (CRAA, Química- UFMG) sob refrigeração (<10 oC; por no máximo 48 horas) ou a partir de congelamento (-80 oC, até 60 dias). As amostras serão retiradas do CRAA e transportadas para os laboratórios responsáveis pela execução dos testes ecotoxicológicos na semana da realização dos mesmos onde serão mantidas sob congelamento até a análise. As análises propostas nesse projeto estão previstas para ocorrer nos Laboratórios já existentes nos Departamentos de Engenharia Sanitária e Ambiental (Escola de Engenharia), Análises Clínicas e Toxicológicas (Faculdade de Farmácia) e Zootecnia (Escola de Veterinária), que possuem a estrutura adequada, como biotério, instalações específicas de biossegurança (capelas, barreiras de contenção), equipamentos calibrados necessários à implementação e realização dos ensaios.*

12) Incluir no cronograma a previsão do recebimento das amostras.

A previsão de recebimento das amostras foi incluída no cronograma conforme sugerido pelo CTC. Essa previsão foi feita considerando que o projeto será implementado em Setembro de 2020 devido ao cenário atual de pandemia. Desse modo, a coleta que contempla o período seco será feita em Outubro e aquela referente ao período chuvoso em Fevereiro de 2021 (intervalo de 3 meses entre as amostras).

13) *Revisar cronograma de modo a distribuir a entrega dos relatórios da Etapa 4 (p. 20, Item 6.4) ao longo de toda a Etapa 2. Os relatórios parciais deverão ser apresentados a cada ensaio e, igualmente, compilados para entrega no relatório final. Logo, é incompatível que esteja previsto apenas um mês para esta ação. Acrescenta-se ainda*

Prof. Carlos Tagliati  
Av. Antônio Carlos, 6627 - Bloco 4 - Sala 4138 - 31270-901 - Belo Horizonte - MG - BRASIL  
Tel.: +55 31 34096891- carlostagliati@ufmg.br

*que, conforme exposto na Chamada (Item 3.5.a), os relatórios parciais e final incluirão a(s) metodologia(s) utilizada(s) nos ensaios.*

O período necessário para a elaboração de relatórios parciais foi ajustado conforme solicitado. Considerando que serão realizadas duas campanhas de amostragem e que a primeira delas será no segundo mês, a elaboração de relatórios terá início a partir do quarto mês de projeto, a partir do qual alguns resultados já terão sido obtidos.

*14) Na p. 22, rever os trechos referentes às atividades do Prof. Carlos Tagliati: "Etapa 2: treinamento dos alunos envolvidos nos ensaios de toxicidade aguda com células humanas in vitro; Etapa 3: coordenação e supervisão dos alunos responsáveis pelos ensaios com células humanas in vitro". Haverá uso de células humanas?*

As Etapas de participação do Prof. Carlos Tagliati foram revisadas e devidamente ajustadas de acordo com o solicitado, conforme copiado abaixo:

**Pag. 22. Funções como pesquisador:**

**Etapa 1:** acompanhamento do processo de compra de consumíveis e equipamentos.

**Etapa 2:** treinamento dos alunos envolvidos nos ensaios de mutagenicidade e genotoxicidade

**Etapa 3:** elaboração e acompanhamento do desenvolvimento dos relatórios parcial e final contendo avaliação integrada dos resultados obtidos em outros subprojetos e análise crítica de documentos judiciais; prestação de contas

*15) Na p. 24 (Item 7), corrigir o código atribuído à pesquisadora Beatriz Gasparini Reis, que se enquadra na categoria P4 (Bolsista Pós-Doutorado Júnior). Com base no valor apresentado para remuneração proporcional à carga horária, corrigir também os códigos para o outro Bolsista Pós-Doutorado Júnior (a selecionar) e para o Técnico Mestre, respectivamente, para P4 e P5.*

Os códigos de fato estavam equivocados e foram devidamente corrigidos na tabela referente ao Plano de Trabalho (Pag. 25).

*16) Incluir o detalhamento do cronograma de atividades dos bolsistas, contemplando as análises que realizarão.*

Os planos de trabalho dos bolsistas foram editados de maneira a contemplar um maior detalhamento das etapas a serem realizadas por cada um deles, conforme copiado abaixo.



Nome e nível de Bolsa	Etapa de dedicação	Dedicação semanal	Descrição do trabalho
Bolsista de Doutorado (D1) – João Paulo Silva Lorenzini - PPG em Zootecnia (UFMG)	1 a 4	5h/semana	Etapa 1: auxílio na compra de materiais (consumíveis e permanentes). Etapa 2: implantação e treinamento nos ensaios de toxicidade com <i>Hyalella</i> spp.; Etapa 3: cultivo de <i>Hyalella</i> spp. em laboratório. Monitoramento das variáveis físico-químicas da água, alimentação, observação de novos indivíduos para a realização dos ensaios de toxicidade. Renovação dos meios. Execução dos ensaios de toxicidade aguda e/ou crônica com sedimento empregando <i>Hyalella</i> spp. Preparação das vidrarias (lavagem, colocação das amostras de sedimento e água de diluição). Obtenção das formas jovens para os ensaios. A partir dos reprodutores mantidos em incubadoras. Colocação dos animais nas diferentes amostras e nas respectivas réplicas, posteriormente acomodadas nas incubadoras com controle de fotoperíodo e temperatura. Monitoramento das variáveis físico-químicas dos meios (oxigênio dissolvido, pH, condutividade, intensidade luminosa, etc), alimentação diária dos animais, renovação dos meios a cada dois dias, observação diária dos animais quanto à mortalidade e comportamento. Finalização dos ensaios (10 dias), contabilizando os animais mortos e vivos. Medição e pesagem dos animais. Coleta e planilhamento dos dados obtidos nos ensaios com sedimento. Etapa 4: elaboração de relatórios técnicos parciais.
Bolsista de Pós-Doutorado Júnior (P4) - Beatriz Gasparini Reis	1 a 4	10 h	Etapa 1: auxílio na compra de materiais (consumíveis e permanentes). Etapa 2: implementação da análise e treinamento dos técnicos nos ensaios e preparação de materiais de toxicidade com <i>Hyalella</i> spp.; Etapa 3: Acompanhamento das coletas. Execução dos ensaios de toxicidade aguda e/ou crônica com sedimento empregando <i>Hyalella</i> spp. Colocação dos animais nas diferentes amostras e nas respectivas réplicas, posteriormente acomodadas nas incubadoras com controle de fotoperíodo e temperatura. Finalização dos ensaios (10 dias), contabilizando os animais mortos e vivos. Medição e pesagem dos



			animais. Coleta e planilhamento dos dados obtidos nos ensaios com sedimento. Interpretação dos resultados dos testes de toxicidade com <i>Hyalella</i> spp. Participação em reuniões e encontros com o grupo de pesquisa envolvido, bem como com outras equipes de projetos do Edital Brumadinho. Etapa 4: elaboração de relatórios técnicos parciais e final.
Técnico mestre (P5)	2 a 4	20	Etapa 2: treinamento nos ensaios e preparação de materiais de toxicidade com <i>Hyalella</i> spp.; Acompanhamento das coletas de amostras de sedimentos; Etapa 3: execução dos ensaios de toxicidade aguda e/ou crônica com sedimento empregando <i>Hyalella</i> spp. Preparação das vidrarias (lavagem, colocação das amostras de sedimento e água de diluição). Obtenção das formas jovens para os ensaios. A partir dos reprodutores mantidos em incubadoras. Colocação dos animais nas diferentes amostras e nas respectivas réplicas, posteriormente acomodadas nas incubadoras com controle de fotoperíodo e temperatura. Monitoramento das variáveis físico-químicas dos meios (oxigênio dissolvido, pH, condutividade, intensidade luminosa, etc), alimentação diária dos animais, renovação dos meios a cada dois dias, observação diária dos animais quanto à mortalidade e comportamento. Finalização dos ensaios (10 dias), contabilizando os animais mortos e vivos. Medição e pesagem dos animais. Coleta e planilhamento dos dados obtidos nos ensaios com sedimento. Execução dos testes de toxicidade com <i>Hyalella</i> spp. Etapa 4: elaboração de relatório parcial.
Bolsista de Pós-Doutorado Júnior (P4)	1 a 4	10	Etapa 1: auxílio na compra de materiais (consumíveis e permanentes). Etapa 2: treinamento nos ensaios de mutagenicidade. Etapa 3: execução dos testes de mutagenicidade. Recebimento das amostras, cadastramento e estocagem em local apropriado. Controle e supervisão do uso de EPI no laboratório. Realização dos testes de Ames e análise de resultados. Trabalho em cooperação com o técnico e o bolsista de doutorado, coordenando as demandas e a realização dos experimentos dentro dos prazos estipulados. Interpretação dos resultados



			<p>obtidos nos testes. Participação em reuniões e encontros com o grupo de pesquisa envolvido, bem como com outras equipes do projeto.</p> <p>Etapa 4: elaboração de relatórios técnicos parciais e final.</p>
Técnico Mestre (P5)	1 a 4	10	<p>Etapa 1: auxílio na compra de materiais (consumíveis e permanentes).</p> <p>Etapa 2: treinamento nos ensaios de mutagenicidade</p> <p>Etapa 3: separação, lavagem e preparo de vidrarias para a realização dos ensaios de mutagenicidade. Cuidar dos suprimentos e cuidados laboratoriais, preparação dos meios de cultura, soluções, além de limpeza de bancadas e cuidados com equipamentos. Execução dos testes de mutagenicidade.</p> <p>Etapa 4: elaboração de relatórios técnicos parciais e final.</p>
Bolsista Estudante de Doutorado (D1)	2 a 4	20	<p>Etapa 2: treinamento nos ensaios de mutagenicidade</p> <p>Etapa 3: separação, lavagem e preparo de vidrarias para a realização dos ensaios de mutagenicidade. Cuidar dos suprimentos e cuidados laboratoriais, preparação dos meios de cultura, soluções, além de limpeza de bancadas e cuidados com equipamentos. Execução dos testes de mutagenicidade.</p> <p>Etapa 4: elaboração de relatórios técnicos parciais e final.</p>
Técnico Mestre (P5)	2 a 4	10	<p>Etapa 2: treinamento nos ensaios e preparação de materiais de toxicidade com <i>Hyalella</i> spp.;</p> <p>Etapa 3: cultivo de <i>Hyalella</i> spp. Preparação das vidrarias (lavagem, colocação das amostras de sedimento e água de diluição). Obtenção das formas jovens para os ensaios. Colocação dos animais nas diferentes amostras e nas respectivas réplicas, posteriormente acomodadas nas incubadoras com controle de fotoperíodo e temperatura. Monitoramento das variáveis físico-químicas dos meios (oxigênio dissolvido, pH, condutividade, intensidade luminosa, etc), alimentação diária dos animais, renovação dos meios a cada dois dias, observação diária dos animais quanto à mortalidade e comportamento.</p> <p>Etapa 4: elaboração de relatório parcial.</p>



17) *Pesquisadores que compõem as equipes, candidatas ou selecionadas, em outras chamadas do Projeto Brumadinho UFMG devem obedecer ao limite de carga horária e bolsa estabelecidos por categoria. Neste sentido, pede-se revisão do tempo de dedicação do Professor Carlos Alberto nos Subprojetos 15 e 20, e ajustes, se necessário, dos demais membros que já participam da equipe de outra chamada.*

A carga horária relacionada a cada um dos profissionais foi revisada para garantir o máximo de oito horas de bolsa e dedicação. Destaca-se que o Prof. Carlos Tagliati teve as suas horas de dedicação ajustadas na Chamada 15 para um total de 4 horas/semana. Desse modo, somadas às 4 horas previstas para o presente projeto, chega-se a um total de 8 horas, que está dentro do limite de carga horária exigido de maneira similar ao período contemplado para os demais pesquisadores. As horas referentes aos demais pesquisadores também não ultrapassam esse limite.

18) No ORÇAMENTO (p. 27):

- *Justificar pedido do MATERIAL DE CONSUMO no 4 dos "Equipamentos de proteção individual", considerando descartáveis e não descartáveis, além de materiais que já serão adquiridos pelo Subprojeto da Chamada 15.*

- *Quanto ao quadro de MATERIAL PERMANENTE, justificar pedido dos equipamentos "Incubadora de DBO com controle de temperatura CIENLAB" e "Medidor portátil de pH e EPIs" e a diferença dos valores apresentados para os mesmos itens na Chamada 15.*

- *Justificar pedido de 01 balança analítica.*

- *Avaliar necessidade de aquisição da *Hyaella ssp.*, caso a equipe não tenha esse organismo em laboratório.*

- *No final o orçamento, inserir o valor global do projeto após o "subtotal geral" e as taxas 10/95.*

Cada uma das observações levantadas está justificada individualmente abaixo:

- A equipe proponente esclarece que os Equipamentos de Proteção Individual previstos nesse orçamento são aqueles descartáveis (máscaras N25, luvas, jalecos, viseira face shield, toucas e protetores de sapato) que foram incluídos nessa proposta, apesar da existência desse mesmo item de consumo no orçamento da Chamada 15, devido ao maior consumo desses itens e ao aumento do valor unitário desses consumíveis como consequência da pandemia de COVID-19. Como preconizado pelo Comitê de Enfrentamento ao COVID-19 da UFMG, todos os colaboradores deverão utilizar EPIs descartáveis para evitar a disseminação do vírus. Dessa forma haverá um consumo substancialmente maior desses EPIs devido a pandemia. Ressalta-se que os EPIs não descartáveis como óculos de proteção, botas, jalecos de tecido, etc., serão adquiridos nesse projeto apenas para os novos bolsistas que não fazem parte da Chamada 15.

- Os itens de MATERIAL PERMANENTE mencionados foram incluídos na proposta, pois eles serão necessários para a implementação e execução dos testes com *Hyaella spp* que devem

Prof. Carlos Tagliati  
Av. Antônio Carlos, 6627 - Bloco 4 - Sala 4138 - 31270-901 - Belo Horizonte - MG - BRASIL  
Tel.: +55 31 34096891- carlostagliati@ufmg.br



ser cultivados e mantidos em incubadora específica e segregada dos organismos que serão utilizados nos demais testes de toxicidade realizados com água superficial – Chamada 15 (*Ceriodaphnia* sp. e *Raphidoceles* spp.) e que também exigem a incubadora de DBO, para evitar a contaminação. Além disso, o fotoperíodo difere para cada um dos organismos-teste, não sendo possível fazer os ensaios em conjunto em uma mesa incubadora.

-A compra dos medidores portáteis de pH, já inclusos no orçamento da Chamada 15, é justificada pelo fato de que parte dos testes será realizado na Escola de Veterinária (*Ceriodaphnia* sp.) e a outra parte na Escola de Engenharia (*Raphidoceles* spp. e *Hyalella* spp.). A diferença relacionada ao valor do medidor de pH em cada proposta é justificada pelas exigências relacionadas à qualidade da medição entre os diferentes testes e consequentemente diferenças na especificação de cada um dos equipamentos.

- A compra de uma balança de precisão com 5 casas pode ser justificada pela necessidade de se pesar crustáceos extremamente pequenos (anfípoda *Hyalella azteca*) e secos em estufa. Tal procedimento visa a obtenção dos dados referentes ao crescimento dos animais testados em ensaio de toxicidade crônica com sedimento, sendo utilizado pelas agências e companhias ambientais do país (e.g. CETESB) para qualificar e quantificar a toxicidade dos sedimentos.

- A obtenção de *Hyalella* spp. será por meio de doação junto à Divisão de Análises Hidrobiológicas da CETESB que se prontificou a doar organismos para cultivo.

- As Taxas 10/95 foram somadas ao valor total da proposta.

19) Revisar os Termos de Compromisso Ético e de Confidencialidade mantendo o texto original, preenchendo somente os campos indicados.

Os Termos de Compromisso Ético foram devidamente ajustados e estão anexos à proposta.

Cordialmente,

Prof. Carlos Tagliati



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

FACULDADE DE FARMÁCIA  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
ESCOLA DE VETERINÁRIA

**SUBPROJETO**

**ANÁLISES ECOTOXICOLÓGICAS EM SEDIMENTOS**

EM ATENDIMENTO À CHAMADA 20/2020 - PROEX/PROJETO BRUMADINHO  
UFMG

BELO HORIZONTE - MG

JUNHO/2020





## SUMÁRIO

1. EQUIPE PROPONENTE .....	3
2. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA .....	5
3. OBJETIVOS: GERAL E ESPECÍFICOS .....	9
4. DESCRIÇÃO DAS ETAPAS E ATIVIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS.....	10
4.1 Etapa 1: Formalização do contrato, compras e mobilização da equipe atuante no projeto .....	10
4.2 Etapa 2: Implementação dos testes e treinamento dos bolsistas .....	11
4.3 Etapa 3: Realização dos ensaios ecotoxicológicos com amostras de sedimentos coletadas na Bacia do Rio Paraopeba.....	11
4.3.1 Coleta de amostras: caracterização físico-química, pontos amostrais e volume amostral .....	11
4.3.2 Realização dos testes ecotoxicológicos .....	15
4.3.3 Análise de toxicidade aguda e crônica com <i>Hyalella</i> spp.....	15
4.3.4 Análises de mutagenicidade.....	18
4.4. Etapa 4: Avaliação integrada dos resultados e elaboração de relatórios contendo análise crítica de documentos judiciais.....	19
5. CRONOGRAMA.....	20
6. DEDICAÇÃO E RESPONSABILIDADES DE CADA PROFESSOR PESQUISADOR.....	21
7. PLANO DE TRABALHO DOS BOLSISTAS.....	22
8. ORÇAMENTO: PLANO DE APLICAÇÃO DOS RECURSOS COM CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO .....	26
9. REFERÊNCIAS.....	32



## APRESENTAÇÃO

A presente proposta objetiva o desenvolvimento de um Subprojeto com as atividades descritas na Chamada Pública Interna Induzida n. 20/2020 – Análise Ecotoxicológica em Sedimentos, no âmbito do Projeto Brumadinho-UFMG, que tem como objetivo geral auxiliar o Juízo da 2ª Vara da Fazenda Pública da Comarca de Belo Horizonte a identificar e avaliar os impactos decorrentes do rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão.

Nesse contexto, a presente proposta prevê a realização de ensaios ecotoxicológicos para avaliar a toxicidade de amostras de sedimentos coletadas em 12 pontos distribuídos no Rio Paraopeba, a montante e jusante do ponto onde rompeu a Barragem I da Mina do “Córrego Feijão”.

### 1. EQUIPE PROPONENTE

A equipe proponente, listada no Quadro 1, será coordenada por professores pesquisadores do departamento de Análises Clínicas e Toxicológicas (ACT, Faculdade de Farmácia) e do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG (DESA, Escola de Engenharia) e contará com professores e pesquisadores do DESA e do departamento de Zootecnia (Escola de Veterinária), compreendendo assim uma equipe multidisciplinar. Os professores pesquisadores provenientes desses departamentos terão auxílio de bolsistas de pós-graduação, assim como pesquisadores e técnicos mestres, que possuem experiência prévia comprovada na condução de ensaios ecotoxicológicos.



**Quadro 1** - Membros da equipe proponente, participação, atribuição no projeto e link do lattes

Professores					
Nome	Título	Unidade	Participação	Atribuição no Projeto	Link do Lattes
Carlos Tagliati	Doutor	ACT/FF	Coordenador Pesquisador	Coordenação e execução das atividades e da equipe, orientar e supervisionar a execução dos testes de mutagenicidade	<a href="http://lattes.cnpq.br/8464038725747139">http://lattes.cnpq.br/8464038725747139</a>
Maria Clara Starling	Doutora	DESA/EE	Subcoordenador Pesquisador	Subcoordenar a execução do projeto e orientar e supervisionar a execução das análises com <i>Hyallela</i> spp. (anfípoda)	<a href="http://lattes.cnpq.br/5732421311917264">http://lattes.cnpq.br/5732421311917264</a>
Camila Amorim	Doutora	DESA/EE	Pesquisador	Coordenação e execução das atividades e da equipe	<a href="http://lattes.cnpq.br/9940811381309673">http://lattes.cnpq.br/9940811381309673</a>
Kleber Miranda Filho	Doutor	DZOO/EV	Pesquisador	Orientar e supervisionar a execução dos testes de toxicidade com <i>Hyallela</i> spp. (anfípoda)	<a href="http://lattes.cnpq.br/9582652974539721">http://lattes.cnpq.br/9582652974539721</a>
Bolsistas					
Nome	Título	Unidade	Participação	Atribuição no Projeto	Link do Lattes
João Paulo Lorenzini	Mestre	DZOO/EV	Bolsista de Doutorado	Execução das análises de toxicidade com <i>Hyallela</i> spp. (anfípoda)	<a href="http://lattes.cnpq.br/7815177509865232">lattes.cnpq.br/7815177509865232</a>
Beatriz Reis	Doutora	DESA	Bolsista de Pós- Doutorado	Execução das análises de toxicidade análises de toxicidade com <i>Hyallela</i> spp. (anfípoda)	<a href="http://lattes.cnpq.br/9454235941494186">lattes.cnpq.br/9454235941494186</a>
Técnico mestre	Mestre	DESA	Técnico de laboratório	Execução das análises de toxicidade com análises de toxicidade com <i>Hyallela</i> spp. (anfípoda)	a definir
Pós Doutor Júnior	Doutor	ACT/FF	Bolsista de Pós- Doutorado	Execução dos Testes de Ames	a definir
Técnico mestre	Mestre	ACT/FF	Técnico de laboratório	Preparo de material, organização do laboratório e realização dos ensaios de mutagenicidade (Ames)	a definir

DESA - Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; ACT - Análises Clínicas e Toxicológicas, Faculdade de Farmácia; DZOO – Departamento de Zootecnia, Escola de Veterinária



## 2. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A integridade de um ambiente aquático é dada a partir da avaliação conjunta das comunidades biológicas, geomorfologia da região, qualidade da água e sedimentos, grau de trefia e uso do solo no entorno (FERREIRA et al., 2017). Sendo o sedimento o reservatório de partículas que decantaram ao longo de milhares de anos no corpo d'água, a caracterização físico-química dos sedimentos dos rios e lagos permite a compreensão de diversos fenômenos que possam ter ocorrido em uma dada bacia hidrográfica (ESTEVES, 2011).

Devido à constante transferência de poluentes entre os sedimentos e a coluna d'água, a qualidade desses dois compartimentos está diretamente conectada, sendo que a composição do sedimento pode influenciar a qualidade da água e vice-versa (TUNDISI; TUNDISI, 2008). Na ocasião do rompimento de uma barragem de mineração, por exemplo, a entrada do rejeito no curso d'água, pode vir a causar o revolvimento dos constituintes do sedimento, com disponibilização dos elementos traço (Fe, As, Al, Cr, Ni, Pb, Zn, etc.) nele estocados há séculos, alterando a composição química da água. Esse fenômeno foi apontado como uma das consequências ambientais desencadeadas pelo rompimento de uma barragem em Mariana, MG (IBAMA, 2015). Desse modo, dados referentes ao monitoramento periódico da composição química dos sedimentos podem auxiliar na elaboração e implementação de medidas de controle da poluição da água.

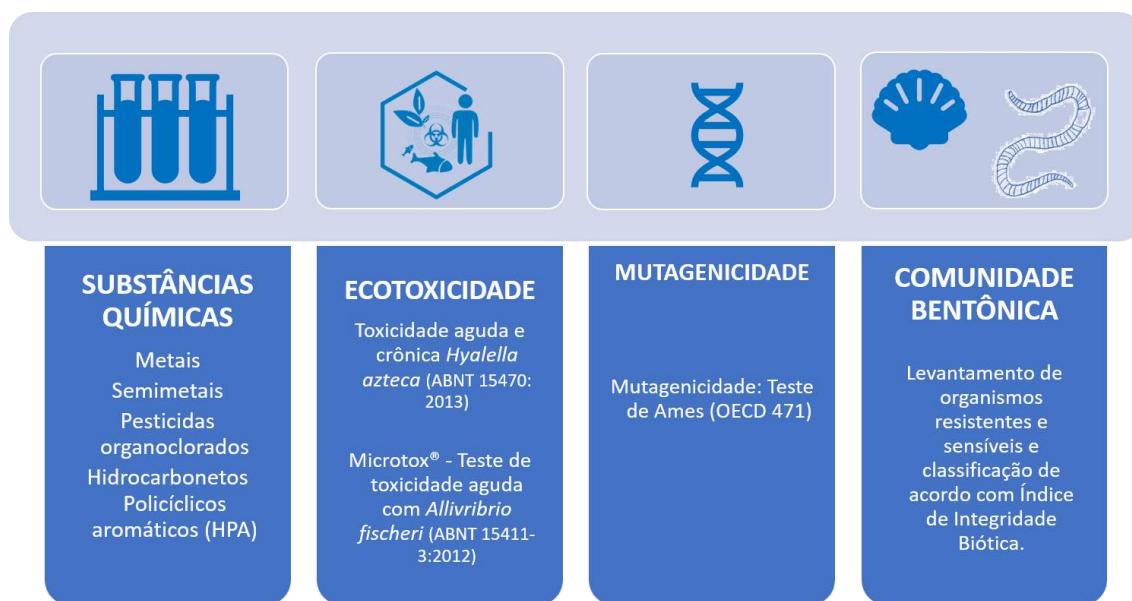
Apesar da relação direta entre a qualidade da água e dos sedimentos, o monitoramento da qualidade dos sedimentos é raramente realizado pelos órgãos ambientais brasileiros. Isso ocorre, pois a legislação específica é incipiente e não há obrigatoriedade relacionada ao monitoramento periódico desse compartimento ambiental. A única legislação nacional que abrange os sedimentos é a resolução CONAMA 454 de 2012, que estabelece diretrizes gerais para a caracterização e classificação de sedimento dragado de curso d'água para fins de disposição do resíduo gerado. A classificação da qualidade desse resíduo é feita de acordo com a sua composição química, especificamente para a concentração das seguintes substâncias: metais e semimetais, pesticidas organoclorados e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) (BRASIL, 2012). Os sedimentos são classificados como resíduos de Nível 1, caso apresentem as substâncias listadas na legislação em concentrações abaixo do valor para os quais são



esperados efeitos à biota. O nível 2 é atribuído àquelas amostras que apresentarem concentrações acima dos valores para os quais há probabilidade de ocorrência de efeito adverso à biota.

Excepcionalmente, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) realiza o monitoramento da qualidade dos sedimentos em corpos d'água no estado de SP desde 2002, classificando-os de acordo com quatro grupos de variáveis que constituem o Critério de Qualidade dos Sedimentos (CQS): substâncias químicas, ecotoxicidade, mutagenicidade e comunidade bentônica (CETESB, 2017) (Figura 1). Desse modo, os resultados obtidos pela CETESB permitem tanto a detecção da(s) causa(s) como da(s) consequência(s) decorrentes da contaminação dos corpos d'água, uma vez que compreende parâmetros físico-químicos, ecotoxicológicos e ecológicos (ADAMS; GREELEY, 2000). Na ausência de uma legislação relacionada à qualidade dos sedimentos, os parâmetros químicos monitorados e a classificação realizada pela CETESB seguem as normas estipuladas na Resolução CONAMA 454 de 2012.

**Figura 1** – Parâmetros de monitoramento da qualidade e classificação dos sedimentos utilizados pela CETESB



Os parâmetros ecotoxicológicos monitorados pela CETESB permitem a detecção dos efeitos provocados pela presença de substâncias tóxicas no sedimento aos organismos aquáticos, principalmente aos bentônicos. Tais efeitos podem se manifestar abruptamente, devido à presença de concentrações elevadas de determinada(s) substância(s) tóxica(s) armazenada(s) no sedimento. Tal efeito rápido (entre 24 e 96 horas) sobre organismos sensíveis é caracterizado como toxicidade aguda e geralmente



avalia como resposta a mortalidade dos organismos-teste. Em contrapartida, a toxicidade é classificada como crônica se o efeito tiver um caráter subletal (deformação morfológica, alteração comportamental, redução de peso, comprometimento do crescimento, da reprodução, etc.), o que geralmente ocorre pela exposição repetida à pequenas doses do poluente, podendo se manifestar ao longo do ciclo de vida do organismo (MAGALHÃES; FERRÃO-FILHO, 2008).

O teste ecotoxicológico utilizado pela CETESB para qualificar e quantificar a toxicidade dos sedimentos no estado de São Paulo é realizado com o anfípoda *Hyalella azteca* (ABNT, 2013). Nesse teste, a mortalidade desses organismos indica toxicidade aguda, ao passo que a resposta crônica é avaliada pelo crescimento do organismo (medição do peso seco e tamanho). A qualidade do sedimento é classificada como ótima caso não seja observado efeito algum. Se o efeito for subletal (crônico), o sedimento apresenta qualidade regular. A amostra é classificada como ruim ou péssima se for observada mortalidade < 50% ou > 50% da população, respectivamente (CETESB, 2016a, 2016b).

Como preconizado pela CETESB, os resultados obtidos pelo ensaio com *Hyalella* spp. são complementados por meio da realização de dois outros testes: o ensaio de toxicidade aguda com a bactéria luminescente *Allivibrio fischeri* (Microtox<sup>®</sup>) (ABNT, 2012) realizado com a água intersticial coletada no mesmo local, e o ensaio de mutagenicidade denominado Teste de Ames (mutagenicidade) (CETESB, 2016b; OECD, 1997). O teste de Microtox<sup>®</sup> é realizado a partir da exposição da bactéria a diferentes concentrações da amostra com medição periódica (0, 5, 15 e 30 minutos) da luminosidade emitida naturalmente pelo organismo. O cálculo da concentração que inibe 50% da população (CE<sub>50</sub>) é feito a partir da variação da luminosidade emitida pela bactéria diante da exposição às diferentes concentrações. Já o Teste de Ames, permite a detecção de uma mutação permanente no material genético da bactéria *Samonella typhymurium* (linhagens TA98 e TA100) que é negativa para o aminoácido histidina. Caso a exposição à amostra leve à reversão da anomalia, a bactéria é considerada “revertente” e a amostra é classificada como mutagênica. Se uma amostra provocar um número superior a 5.000 revertentes por grama, o sedimento é classificado como péssimo (CETESB, 2016b).

Diferentemente da CETESB, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) não realiza monitoramento periódico dos sedimentos nas bacias do estado de MG.



Entretanto, o monitoramento desse compartimento ambiental pode ser exigido no caso de ocorrências ambientais graves. Diante do rompimento da Barragem I da Mina do Córrego Feijão, o IGAM implementou o Programa de Monitoramento da Qualidade da Água e dos Sedimentos do Reservatório de Três Marias e Entorno (PMQS) que está em vigor desde fevereiro de 2019. O PMQS abrange as oito estações de monitoramento previamente existentes na Bacia do Rio Paraopeba acrescido de oito estações implementadas na ocasião. Inicialmente (60 dias após rompimento), o monitoramento foi feito diariamente para a qualidade da água e semanalmente para os sedimentos. A partir de abril, as coletas e análises passaram a ser mensais para ambos os compartimentos, voltando a ser semanais a partir do mês de novembro, que caracteriza o início do período chuvoso, devido à possibilidade de revolvimento do sedimento com liberação de constituintes do rejeito na coluna d'água (IGAM, 2020). Os resultados obtidos foram avaliados de acordo com a CONAMA 454 de 2012.

As análises químicas realizadas com as amostras de sedimento coletadas no âmbito do PMQS na Bacia do Rio Paraopeba detectaram concentrações de Fe, Mn, Pb, Hg, Ni, Cu, superiores às aquelas presentes nos pontos à montante do rompimento nos trechos mais próximos à antiga barragem (IGAM, 2020). Embora os resultados da caracterização química das amostras de sedimentos coletadas no Rio Paraopeba por meio do PMQS tenham sido divulgados no relatório referenciado que foi publicado pelo IGAM em abril de 2020, o documento não menciona a realização de análises ecotoxicológicas na região impactada.

Apesar de não haver nenhum estudo independente publicado com resultados de testes ecotoxicológicos para amostras de sedimentos coletadas no Rio Paraopeba após o rompimento ocorrido na Mina do Córrego Feijão, os ensaios de mutagenicidade (SEGURA et al., 2016) e de toxicidade aguda e crônica com o anelídeo *Eisenia andrei* (SERRANO et al., 2018) e *Chironomus xanthus* (MATOS, 2019) indicaram a ocorrência desses efeitos para as amostras coletadas no Rio Doce após o rompimento da Barragem do Fundão, em Mariana.

Assim confirma-se a necessidade de realização das análises ecotoxicológicas aqui propostas (Quadro 2) para avaliação dos impactos causados à incorporação do rejeito aos sedimentos da Bacia do Rio Paraopeba, por equipe devidamente capacitada e independente. Os testes propostos foram escolhidos de acordo com o preconizado pela CETESB para análise da qualidade de sedimentos. Uma vez que o teste com o





organismo *Hyaella* spp. permite a avaliação das toxicidades aguda e crônica e a realização do teste de mutagenicidade complementa os resultados obtidos. Afinal, esse teste permite a avaliação da possibilidade de ocorrência de mutação permanente e hereditária no material genético dos organismos presentes no ambiente, comumente observada na ocasião de contaminação ambiental por metais (WERNERSSON et al., 2015). Além disso, os dois testes selecionados representam dois níveis tróficos distintos e avaliação da ocorrência da toxicidade aguda e crônica, assim ampliando a abrangência do monitoramento proposto (MARTINEZ-HARO et al., 2015).

**Quadro 2** – Análises ecotoxicológicas a serem realizadas com as amostras de sedimento

Teste	Organismo teste	Norma	Filo	Nível trófico	Resposta avaliada
Toxicidade Aguda e crônica	<i>Hyaella</i> spp	ABNT NBR 15470:2013	<i>Arthropoda</i>	Consumidor I	Agudo – mortalidade Crônico – peso seco e/ou tamanho
Mutagenicidade	<i>Salmonella typhimurium</i>	OECD 471; ISSO 11350:2012	<i>Proteobacteria</i>	Decompositor	Número de revertentes

### 3. OBJETIVOS: GERAL E ESPECÍFICOS

Realizar análises ecotoxicológicas de amostras de sedimentos coletadas a montante e a jusante do rompimento da Barragem I da Mina do Córrego Feijão por meio de análises ecotoxicológicas.

Como objetivos específicos destacam-se:

- Realizar testes de toxicidade aguda e crônica com o anfípoda *Hyaella* spp. para amostras coletadas a montante e a jusante do ponto de rompimento da Barragem I da Mina do “Córrego Feijão”;
- Realizar testes de mutagenicidade (Teste de Ames) para amostras coletadas a montante e a jusante do ponto de rompimento da Barragem I da Mina do “Córrego Feijão”;
- Avaliar os resultados obtidos com relação a trabalhos desenvolvidos pelas partes envolvidas nas ações judiciais (autos 5000121-74.2019.8.13.0054, 5010709-36.2019.8.13.0024, 5026408-67.2019.8.13.0024, 5044954-73.2019.8.13.0024) que tramitam perante o Juízo da 2ª Vara da Fazenda Pública da Comarca de Belo





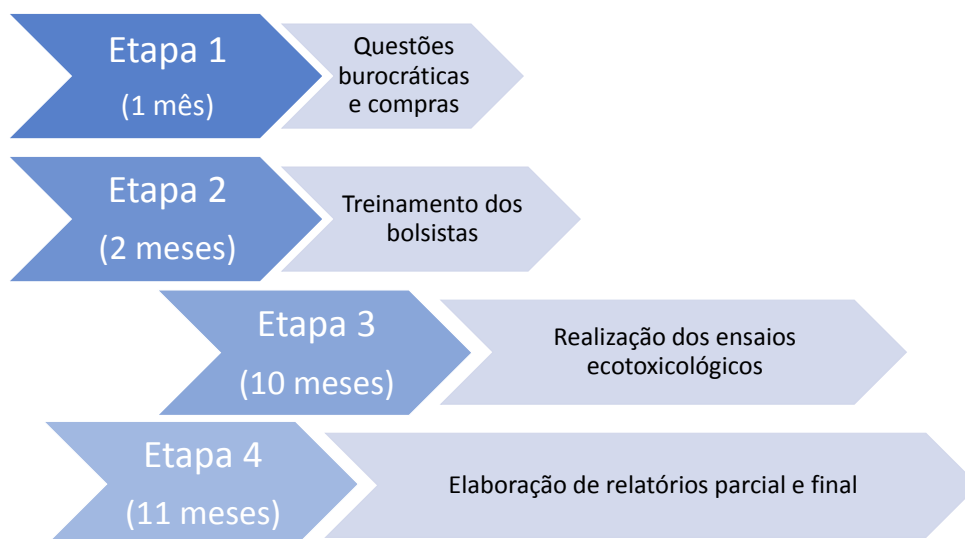
Horizonte, além de outros trabalhos de monitoramento ambiental e estudos científicos disponíveis.

- Elaborar relatórios técnicos (parcial e final) contendo os resultados obtidos nos ensaios ecotoxicológicos propostos com amostras de sedimentos e relacioná-los de maneira integrada com resultados de outros subprojetos do Projeto Brumadinho-UFMG (caracterização físico-química e ecotoxicologia de águas superficiais) e contendo avaliação crítica dos trabalhos desenvolvidos sob demanda das ações judiciais citadas anteriormente.

#### 4. DESCRIÇÃO DAS ETAPAS E ATIVIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS

De maneira a possibilitar o alcance de todos os objetivos listados acima, a proposta foi dividida em quatro etapas de acordo com a Figura 2.

**Figura 2** – Etapas de realização do projeto proposto



##### 4.1 Etapa 1: Formalização do contrato, compras e mobilização da equipe atuante no projeto

Essa etapa contempla a formalização dos contratos dos bolsistas responsáveis pela execução do projeto com a FUNDEP, bem como a realização dos pedidos de compras dos consumíveis e equipamentos necessários para a realização dos ensaios de ecotoxicologia aqui propostos.



## 4.2 Etapa 2: Implementação dos testes e treinamento dos bolsistas

Nessa etapa, os pesquisadores atuarão na implementação da metodologia referente ao Teste de Toxicidade Aguda e Cônica com o organismo *Hyalella spp.* a serem realizados com as amostras de sedimentos e os bolsistas responsáveis pela condução desse teste e serão devidamente treinados para a garantia do cumprimento das normas da ABNT e a segurança das amostras e dos bolsistas, bem como da interpretação adequada dos resultados obtidos. Bolsistas também serão treinados nos softwares necessários, incluindo aquele destinado ao cadastro e rastreamento das amostras que será disponibilizado à equipe do projeto pelo Comitê Brumadinho-UFMG visando ao controle apropriado sobre o andamento do processamento das amostras.

## 4.3 Etapa 3: Realização dos ensaios ecotoxicológicos com amostras de sedimentos coletadas na Bacia do Rio Paraopeba

### 4.3.1 Coleta de amostras: caracterização físico-química, pontos amostrais e volume amostral

As amostras de sedimentos serão coletadas por equipe definida pelo Comitê Técnico-Científico (CTC) do Projeto Brumadinho-UFMG conforme definido no Plano Amostral de Sedimentos que consta no Anexo III da Chamada Pública Interna Induzida N° 9 de 2019, com acompanhamento da coleta por um membro da equipe proponente, conforme previsto no plano de trabalho do bolsista e no orçamento. A equipe proponente também integra o Subprojeto de Análises Ecotoxicológicas de Água Superficial, sendo assim, os custos destinados para o acompanhamento das coletas como despesas com aluguel de veículos, diárias e combustível foram contemplados no orçamento da proposta referente à Chamada de Análises Ecotoxicológicas de Água Superficial. As campanhas de coleta serão realizadas **semestralmente** durante 12 meses em **12 pontos** distribuídos na Bacia do Rio Paraopeba, Ribeirão Ferro-Carvão e Represa de Retiro Baixo. Sugere-se que as coletas sejam realizadas com um intervalo de seis meses entre ambas, assim contemplando os períodos seco e chuvoso conforme plano amostral. Tais pontos são equivalentes àqueles que serão utilizados para os testes ecotoxicológicos com amostras de água superficial.

Considerando que a caracterização físico-química das amostras coletadas de acordo com os parâmetros de interesse da CONAMA 357 (BRASIL, 2005) e CONAMA 454 (BRASIL, 2012) acrescida de metais e metalóides, é essencial para a interpretação dos



resultados obtidos nos testes de toxicidade, ela deverá ser realizada para as amostras a serem utilizadas nos ensaios de toxicidade anteriormente à exposição dos organismos-teste. Isso será conduzido pela equipe a ser selecionada pela Comissão-Técnica Brumadinho -UFMG de acordo com as Chamadas N<sup>os</sup> 17, 18, 19.

De maneira a viabilizar a realização dos testes de toxicidade aqui propostos, e considerando que a maior parte do rejeito ficou retido nas proximidades da antiga barragem (Córrego do Feijão) (IGAM, 2020), propõe-se que a coleta para análise ecotoxicológica de sedimento seja feita **nos 12 pontos de coleta listados no Quadro 3 e representados na Figura 3**. Logo, ao longo de 12 meses de coleta, serão obtidas **2 amostras de cada ponto**, totalizando 24 amostras para a realização dos testes ecotoxicológicos. A escolha dos pontos de coleta foi feita de acordo com a proximidade dos pontos à antiga barragem, e à sua relevância em relação aos possíveis impactos ambientais e à saúde humana, como, por exemplo, nas proximidades de pontos de captação de água conforme descrito no Plano Amostral que consta no Anexo III da Chamada Interna Induzida N<sup>o</sup> 9 do Edital Brumadinho-UFMG. Dentre os **12** pontos escolhidos, três deles (PB01, PB02 e PB07) representam locais de referência no Rio Paraopeba por se localizarem em local não atingido pelo rompimento da barragem. Os 2 pontos seguintes estão localizados no Córrego Ferro-Carvão (FC2 e FC6), sendo bem próximos à antiga barragem, região que apresenta maior volume de rejeito acumulado. À jusante da barragem, no Rio Paraopeba, foram selecionados 6 pontos (P01, P05, P09, P10, P14, P20) associados a captações de água para abastecimento ou pontos já monitorados por órgãos ambientais. Finalmente, o P24 foi selecionado por se localizar no início da represa de Retiro Baixo. Ressalta-se que esses pontos não são definitivos e estão sujeitos a alteração de acordo com os resultados obtidos nas análises físico-químicas. Caso haja necessidade de alguma alteração, a mesma será previamente discutida com o Comitê Técnico Brumadinho-UFMG e com a equipe que realizará a coleta do material.

A fim de garantir precisão dos resultados obtidos nos ensaios de toxicidade, permitindo a realização de réplicas e contraprovas, o volume amostral a ser coletado para a realização das análises aqui propostas será de 4,5 L por ponto, uma vez que as amostras utilizadas para os testes com *Hyalella* spp. são utilizadas *in natura*, enquanto que para os Teste de Ames é necessário realizar uma etapa prévia de extração e preparação da amostra que será descrita a seguir (Quadro 4). Estão previstas reuniões com a equipe de coleta de sedimentos para os alinhamentos referentes à coleta de amostras.

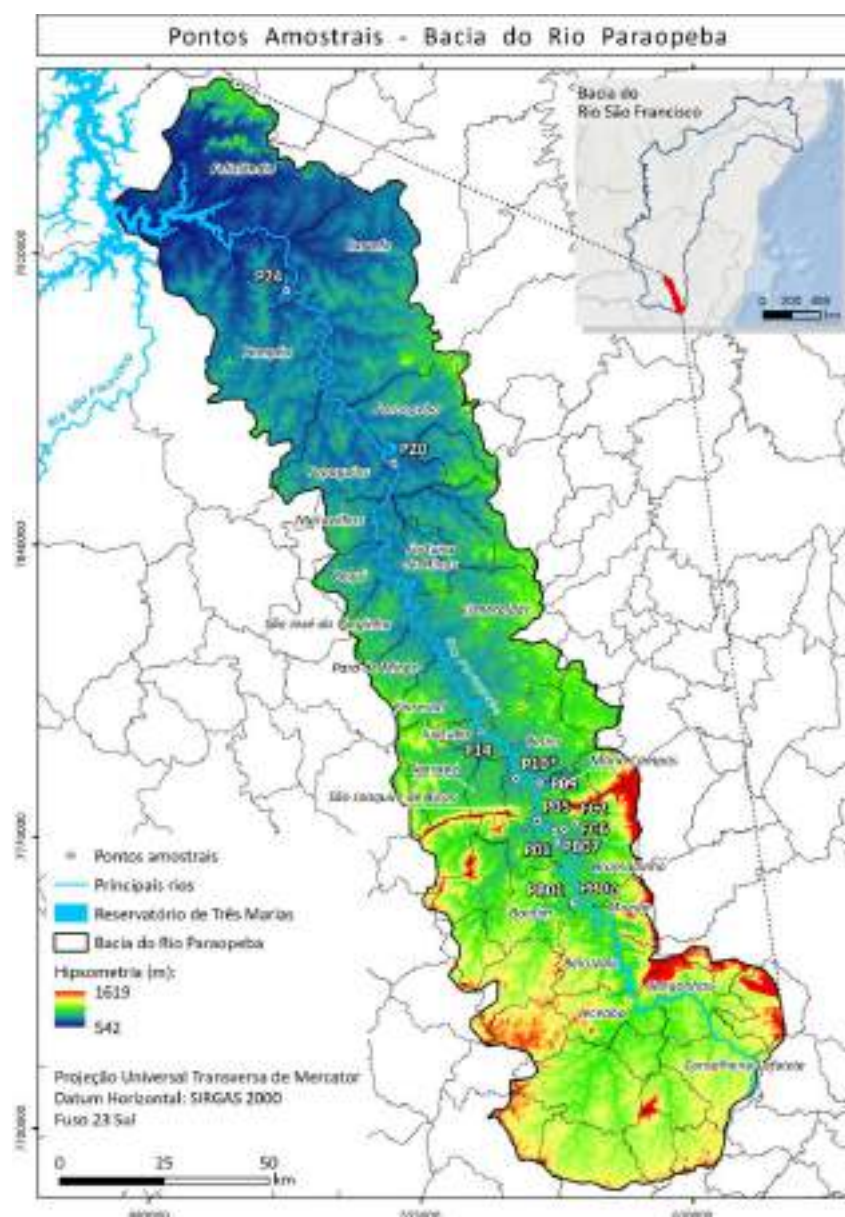


**Quadro 3** – Nome, localização e descrição dos pontos selecionados para a realização de coletas de amostras para testes ecotoxicológicos

N.	Ponto	Latitude	Longitude	Curso d'água	Descrição
1	PB1	7771291,76	587024,46		Antes da confluência com o Macaúbas, próximo a estrada e a uma propriedade
2	PB2	7771566,32	586001,82	Rio	Ponto de controle no rio Macaúbas, na sua confluência com o rio Paraopeba
3	PB7	7777969,59	582490,52	Paraopeba	Coleta as margens da Estrada Pte das Almorreima, em área com remanescente florestal
4	FC2	7772556,84	590959,37	Ribeirão	
5	FC6	7771690,75	589193,72	Ferro-Carvão	Ribeirão Ferro-Carvão e Brumadinho
6	P01	7771291,76	587024,46		Entre a confluência do ribeirão Ferro-Carvão e a área urbana de Brumadinho
7	P05	7773856,04	582951,59		Rio Paraopeba, na área urbana de Brumadinho, antes da captação da COPASA
8	P09	7782998,19	583557,82		Rio Paraopeba, após a confluência com o ribeirão Sarzedo, à jusante da área urbana de Mário Campos, em direção a Colônia Santa Isabel.
9	P10	7784026,33	577773,00	Rio Paraopeba	Coleta na ponte sobre o rio Paraopeba, na BR-383, próximo a São Joaquim de Bicas (ponto coincidente com BP070).
10	P14	7795289,76	569374,64		Rio Paraopeba, sob a ponte da linha férrea, na área urbana de Juatuba, à montante da confluência com o ribeirão Serra Azul
11	P20	7859729,50	548687,40		Papagaios, Paraopeba: Rio Paraopeba logo após a foz do ribeirão São João, em Paraopeba, na captação da COPASA do município de Paraopeba
12	P24	7900979,55	522876,02	Retiro Baixo	Início da represa de Retiro Baixo



**Figura 3** – Representação da localização geográfica dos pontos propostos para coleta de amostras de sedimento visando à realização de ensaios ecotoxicológicos



**Quadro 4** – Volume de sedimento, de cada ponto amostral, necessário para a realização de cada teste ecotoxicológico proposto

Ensaio	ABNT NBR	Volume por ponto de coleta (L)	Forma de utilização da amostra
Toxicidade aguda e crônica com <i>Hyalella</i> spp.	ABNT NBR 15470:2013	1	In natura
Análises de mutagenicidade	OECD 471; ISO 11350:2012	0,5	Após extração química



O armazenamento temporário das amostras no período entre coleta e a retirada para a realização dos testes ecotoxicológicos será realizado no Centro de Referência em Análises Ambientais (CRAA, Química- UFMG) sob refrigeração (<10 °C; por no máximo 48 horas) ou a partir de congelamento (-80 °C, até 60 dias). As amostras serão retiradas do CRAA e transportadas para os laboratórios responsáveis pela execução dos testes ecotoxicológicos na semana da realização dos mesmos onde serão mantidas sob congelamento até a análise. As análises propostas nesse projeto estão previstas para ocorrer nos Laboratórios já existentes nos Departamentos de Engenharia Sanitária e Ambiental (Escola de Engenharia), Análises Clínicas e Toxicológicas (Faculdade de Farmácia) e Zootecnia (Escola de Veterinária), que possuem a estrutura adequada, como biotério, instalações específicas de biossegurança (capelas, barreiras de contenção), equipamentos calibrados necessários à implementação e realização dos ensaios.

#### 4.3.2 Realização dos testes ecotoxicológicos

As análises ecotoxicológicas serão realizadas de acordo com as normas preconizadas (Quadro 5). O número de amostras é referente ao número de pontos por campanha de coleta e o número de réplicas reflete as repetições exigidas por amostra em cada norma para que haja confiabilidade nos resultados obtidos.

**Quadro 5** – Número de amostras por campanha de coleta e réplicas exigidas por amostra para cada ensaio e laboratório responsável

Teste	Organismo teste	Metodologia	Número de amostras	Número de réplicas	Laboratório Responsável
Toxicidade aguda e crônica	<i>Hyalella</i> spp.	ABNT NBR 15470:2013	6	4- 8	Bioensaios/DESA
Análises de mutagenicidade	<i>Salmonella typhimurium</i>	OECD 471; ISSO 11350:2012	6	3	Análises Clínicas e Toxicológicas – ToxLab/ ACT

#### 4.3.3 Análise de toxicidade aguda e crônica com *Hyalella* spp.

O cultivo de *Hyalella* spp. será realizado de acordo com a ABNT NBR 15470:2013. (ABNT, 2013). Os cultivos serão iniciados com jovens com idade entre 7 e 14 dias. Os cultivos serão mantidos na proporção mínima de um adulto para cada 25 mL de água de diluição, sob aeração branda, temperatura de 24°C ± 2°C e fotoperíodo de 12 a 16 h. Anfípodes maduros sexualmente (50 organismos, + 30 dias) serão mantidos em béqueres de vidro de 2 L, contendo 1 L de água de cultivo aerada e gaze de algodão como substrato. Também poderão ser usadas plantas aquáticas (*Elodea* sp. ou *Salvinia* sp.) ou substrato artificial (rede de náilon com malha de 150 a 600 micras). É recomendado que o cultivo seja iniciado com no mínimo 100 organismos, para garantir a variabilidade genética da população. Os cultivos serão mantidos em local limpo,





isento de vapores tóxicos e substâncias químicas. A alimentação diária poderá ser constituída por ração de coelho ou ração de peixe, suspensão algácea e alimento composto.

A manutenção semanal dos cultivos será feita com auxílio de pinça e pipeta para transferência do substrato e dos organismos dos recipientes de cultivo para recipientes limpos contendo água de diluição. Os organismos jovens poderão ser usados nos ensaios (sendo transferidos para béquer de 1 L), para o início de novos cultivos ou deverão ser descartados. Caso a mortalidade seja superior a 20%, o cultivo será descartado.

As amostras a serem utilizadas nos testes de toxicidade aguda e crônica com *Hyaella* spp. devem ser preparadas de acordo com a ABNT NBR 15469:2015 (ABNT, 2015) o mais rápido possível após a coleta, para evitar alterações nas suas características físicas, químicas e biológicas. Na impossibilidade da análise imediata (12 h a partir da coleta), as amostras de sedimento, coletadas com frasco ou saco plástico de boca larga (polietileno de alta densidade - PEAD), serão mantidas no escuro e sob refrigeração (<10 °C) e o ensaio iniciado em até 60 dias, a partir da coleta. As amostras não poderão ser congeladas.

Todo o material a ser empregado (no cultivo e nos testes) deverá ser limpo em água corrente e posteriormente em solução de ácido nítrico ou clorídrico (10%) em água corrente. No caso da vidraria, a lavagem procede em água corrente, seguida de lavagem com detergente neutro e água corrente (3 vezes). Na sequência ela deve ser lavada com acetona e água corrente (3 vezes), repousar em solução de ácido nítrico ou clorídrico (10%) por 12 h e passar por lavagem com água destilada e posterior secagem em estufa por 10 h.

Os testes de toxicidade aguda/crônica serão realizados a partir das diferentes amostras de sedimento coletadas dos pontos predeterminados no projeto, a partir da exposição de organismos jovens do anfípode *Hyaella* spp., às amostras de sedimento, durante período de 10 dias, empregando sistema semiestático. A toxicidade será determinada pela letalidade e/ou subletalidade (crescimento) dos organismos teste durante a exposição ao sedimento. Serão utilizados anfípodas jovens com 7 a 14 dias de idade com tamanho homogêneo.

A amostra de sedimento sofrerá homogeneização e será colocada nos recipientes-teste cobertos. Serão adicionados cuidadosamente 100 mL de sedimento (altura aproximada



de 1 a 2 cm) e 175 a 200 mL de água de diluição, evitando-se a ressuspensão do sedimento. Serão preparadas de 4 a 8 réplicas (4-8 recipientes-teste) por amostra e em paralelo, o mesmo procedimento será realizado para o sedimento-controle. Todos os ensaios serão realizados a temperatura de  $24^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , com fotoperíodo de 12 a 16 h, mantidos em repouso por no mínimo 12 h. Serão medidas, duas horas antes da colocação dos anfípodes nos recipientes-teste, as variáveis, oxigênio dissolvido ( $>2,5$  mg/L), pH (7 a 7,6), intensidade luminosa (100 a 1000 lux) e condutividade da água (190 a 250  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

A aeração deve ser mantida 2 cm abaixo da superfície da água para que não ocorra ressuspensão do sedimento. 10 organismos-teste devem ser adicionados em cada recipiente-teste com uso de pipeta ou conta-gotas. Durante o ensaio, 2/3 da água de diluição devem ser renovados a cada 48 - 72 h com alimentação dos organismos nesses momentos. O pH e os níveis de oxigênio dissolvido (OD) da água dos recipientes-teste devem ser monitorados diariamente.

Os anfípodes devem ser separados da amostra com a utilização de tela ou peneira de malha 0,400 mm. Posteriormente, os organismos devem ser contados como vivos/mortos. Caso não seja observado efeito agudo (letal) nos organismos testados, poderemos proceder a avaliação do efeito crônico (subletal), pela medida do crescimento. O crescimento dos organismos será determinado pela massa seca e pela medida do comprimento.

O peso seco médio do anfípode deverá ser determinado no final do período de exposição para cada recipiente-teste com a utilização de balança analítica com carga mínima de 0,00001 g. Os animais devem ser lavados em água destilada (2 vezes) e pesados em recipiente previamente pesado e identificado. Serão colocados em estufa entre 60 e  $90^{\circ}\text{C}$ , durante aproximadamente 24 h. Deixar esfriar em dessecador e pesar até que seja atingido peso constante. Determinar o peso médio de cada recipiente pela diferença entre o recipiente vazio e com organismos.

No término do ensaio, os organismos de cada recipiente-teste, serão preservados em álcool 70%. Realizar a medida dos anfípodes, em cada recipiente-teste, considerando desde a base da antena até a base do urossomo. O comprimento do anfípode será determinado com um analisador digital de imagens acoplado à lupa estereoscópica e computador com programa específico ou outro método adequado. Em nenhuma hipótese serão descartados organismos-teste diretamente no ambiente. Os anfípodes,





que porventura tiverem que ser descartados, servirão de alimento aos peixes mantidos no laboratório. O Quadro 6 traz os detalhes relacionados a esse ensaio.

**Quadro 6** - Organização do ensaio toxicológico agudo/crônico com anfípodes *Hyaletella* spp.

Duração do ensaio	10 dias
Ensaio	semiestático
Controle	Substrato natural ou artificial
Réplicas	4 (mínimo)
Nº. de animais por réplica	10
Total de animais por ensaio para 28 recipientes-teste (Béquer de 300 mL)	280 (controle + 6 amostras)
Total de animais para duas campanhas (6 pontos de coleta para cada campanha + controle = 12 amostras + 2 controles)	280 + 280 = 560
Volume de sedimento (amostra)	100 mL
Volume de água de diluição (reconstituída ou natural)	175-200 mL
Organismo-teste	Animais de 7-14 dias
Temperatura	24°C ± 2°C
Fotoperíodo	12-16 h
Renovação	2/3 da água de diluição a cada 48-72 h
Efeito observado	Mortalidade ou crescimento
Expressão dos resultados	Tóxico ou não tóxico

#### 4.3.4 Análises de mutagenicidade

##### 6.3.9. 2 Teste de mutação reversa em bactérias (Teste de Ames - OECD 471)

A extração da água intersticial do sedimento será realizada com a utilização de um aparelho de Soxhlet. Para tal, 50 g de sedimento seco serão extraídos separadamente a 6 ciclos por hora durante 24 h com acetona ou metanol (Baker, Gross Gerau, FRG). Os extratos serão reduzidos em volume usando um evaporador de rotação (WB 2001; Heidolph, Kehlheim, FRG; 400 mbar, 36-38°C). Os extratos serão concentrados próximo à secura com N<sub>2</sub>, o solvente alterado para dimetilsulfóxido (DMSO) e as amostras serão armazenadas a -20°C para o teste de Ames (HOLLERT al., 2005).

Após o processo de extração, a avaliação da mutagenicidade de amostras de sedimentos será feita de acordo com a ABNT (ISO 11350:2012), a partir da realização do ensaio de mutação de bactérias. Será utilizado o kit de Ensaio de Mutagenicidade Ames MPF™ 98/100 (contendo as linhagens TA98 e TA100 de *S. Typhimurium*) da Xenometrix. A amostra e as culturas bacterianas (TA98 e TA100) serão colocadas em microplacas de 24 poços com meio mínimo e meio de exposição, com e sem metabolização (S9). Após 90 minutos sob agitação a 37°C, o conteúdo das microplacas será transferido para microplacas de 384 poços e incubado por 48 horas a 37°C. Os poços contendo colônias revertentes (que sofreram mutação decorrente da exposição à amostra) se apresentarão



com a cor amarela, visto que o crescimento bacteriano provoca mudança de pH do meio, e os poços restantes cor roxa. O aumento do número de poços amarelos em relação às placas controle representará, então, a presença de compostos mutagênicos na amostra avaliada. As amostras serão filtradas em membrana de polietersulfona (PES) com poro de 0,22 µm (Sterifil) e testadas *in natura*.

Nesse teste, as linhagens bacterianas em suspensão serão expostas a 6 diferentes concentrações de cada amostra (curva dose/resposta) em microplacas de 24 poços contendo também meio mínimo e meio de exposição com traços de histidina. Cada concentração será em triplicata, permitindo a análise estatística dos dados. Após pré-incubação de 90 minutos a 37°C e agitação de 250 rpm, a amostra será diluída adicionando-se o meio indicador de pH. A mistura contendo a amostra, as linhagens (com e sem S9) e os diferentes meios serão transferidos para placas de 384 poços com o auxílio de pipetas multicanal. Em seguida, as amostras serão incubadas em estufa a 37°C e o resultado do teste será lido após 48 horas. As colônias revertentes causarão a redução do pH do meio indicador com mudança da sua coloração para amarelo, permitindo sua identificação. Será feita a contagem dessas colônias e a análise dos resultados. O aumento no número de colônias revertentes após exposição da amostra testada em relação ao controle negativo indica a presença de compostos mutagênicos.

#### **4.4. Etapa 4: Avaliação integrada dos resultados e elaboração de relatórios contendo análise crítica de documentos judiciais**

O relatório parcial será elaborado com os resultados obtidos para cada ensaio ecotoxicológico realizado para as amostras de sedimento.

Ao longo dos 12 meses de execução dos subprojetos pela equipe proponente e por aquelas responsáveis pela caracterização físico-química das amostras e dos ensaios ecotoxicológicos em água superficial, será desenvolvido um relatório final abrangendo a síntese dos resultados do presente subprojeto de maneira integrada àqueles obtidos nos demais em consonância com as normas ambientais vigentes. Além disso, será elaborada uma análise crítica dos trabalhos desenvolvidos sob demanda das ações judiciais (autos 5000121-74.2019.8.13.0054, 5010709-36.2019.8.13.0024, 5026408-67.2019.8.13.0024, 5044954-73.2019.8.13.0024) que tramitam perante o Juízo da 2ª Vara da Fazenda Pública da Comarca de Belo Horizonte, além de outros trabalhos de monitoramento ambiental e estudos científicos disponíveis.



## 5. CRONOGRAMA

Etapas	Mês												Indicador de cumprimento	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1 – Formalização do contrato, contratação dos bolsistas e compras	X													- Contrato assinado; - Bolsistas contratados; - Pedidos de compra realizados
2 – Implementação de método com <i>Hyaella spp.</i> e treinamento dos bolsistas	X	X												- Bolsistas treinados de acordo com Normas ABNT
3 - Reunião com a equipe de coleta de água superficial e sedimentos	X		X											- Definição dos pontos amostrais, volume de amostras e métodos de amostragem e preservação.
4 - Previsão de recebimento das amostras		X				X								- Amostras de período seco e chuvoso nos laboratórios responsáveis pela execução das análises
5 - Realização dos testes ecotoxicológicos				X	X	X	X	X	X	X	X	X		- Resultados dos testes realizados; - Dados Analisados;
6 - Elaboração de relatório parcial				X	X	X	X	X	X	X				- Entrega do Relatório parcial
7 – Elaboração de relatório final										X	X	X		- Entrega do Relatório final;
8 – Entrega e Apresentação de relatório final												X		- Apresentação dos resultados



## 6. DEDICAÇÃO E RESPONSABILIDADES DE CADA PROFESSOR PESQUISADOR

Nome	Dedicação	Atribuição
Carlos Alberto Tagliati	3,5h/semana	<p>Funções como Coordenador:</p> <p>a) Responsabilizar-se pela execução das atividades do Subprojeto,  b) Responsabilizar-se pela alocação de todos os recursos do projeto.  c) Constituir a equipe de execução do Subprojeto  d) Coordenar, orientar e supervisionar a equipe do Subprojeto.  e) Coordenar, orientar e supervisionar a execução de serviços terceiros contratados pelo Subprojeto.  f) Responsabilizar-se pela elaboração de relatórios e apresentação de resultados.  g) Responsabilizar-se pelo atendimento das demandas do Comitê Técnico-Científico do Projeto Brumadinho-UFMG e do Juízo.</p> <p>Funções como pesquisador:</p> <p><b>Etapa 1:</b> acompanhamento do processo de compra de consumíveis e equipamentos.  <b>Etapa 2:</b> treinamento dos alunos envolvidos nos ensaios de mutagenicidade e genotoxicidade  <b>Etapa 3:</b> elaboração e acompanhamento do desenvolvimento dos relatórios parcial e final contendo avaliação integrada dos resultados obtidos em outros subprojetos e análise crítica de documentos judiciais; prestação de contas.</p>
Maria Clara Vieira Martins Starling	2h/semana	<p><b>Etapa 1:</b> comunicação com a agência responsável pela gestão financeira do projeto; supervisão dos processos de compra de consumíveis e equipamentos e andamento da formalização da contratação dos bolsistas;  Comunicação com e supervisão dos diferentes pesquisadores e subgrupos.  <b>Etapa 2:</b> treinamento dos alunos envolvidos nos ensaios de toxicidade aguda com <i>Hyaella</i> spp.  <b>Etapa 3:</b> coordenação e supervisão da realização dos ensaios ecotoxicológicos a serem realizados no DESA; acompanhamento dos testes em realização nos laboratórios dos demais parceiros; compilação dos resultados</p>



Nome	Dedicação	Atribuição
		obtidos por todos os pesquisadores envolvidos. <b>Etapa 4:</b> elaboração e acompanhamento do desenvolvimento dos relatórios parcial e final contendo avaliação integrada dos resultados obtidos em outros subprojetos e análise crítica de documentos judiciais e prestação de contas.
Camila Costa de Amorim Amaral	2h/semana	<b>Etapa 1:</b> acompanhamento do processo de compra de consumíveis e equipamentos. <b>Etapa 2:</b> acompanhamento do treinamento dos alunos envolvidos no ensaio com <i>Hyalella spp.</i> <b>Etapa 3:</b> acompanhamento do andamento das análises ecotoxicológicas. <b>Etapa 4:</b> elaboração e acompanhamento do desenvolvimento dos relatórios parcial e final contendo avaliação integrada dos resultados obtidos em outros subprojetos e análise crítica de documentos judiciais e prestação de contas.
Kleber Campos Miranda Filho	2 h/semana	<b>Etapa 1:</b> auxílio na especificação e compra de materiais (consumíveis e permanentes). <b>Etapa 2:</b> participação no treinamento do bolsista nos ensaios de toxicidade com anfípodas. <b>Etapa 3:</b> suporte na coordenação e execução dos ensaios com <i>Hyalella spp.</i> <b>Etapa 4:</b> revisão de relatórios técnicos parciais e final.

## 7. PLANO DE TRABALHO DOS BOLSISTAS

O prazo de execução das tarefas listadas abaixo para cada bolsista será de 12 meses após a implementação das bolsas.

Nome e nível de Bolsa	Etapa de dedicação	Dedicação semanal	Descrição do trabalho
Bolsista de Doutorado (D1) – João Paulo Silva Lorenzini - PPG em Zootecnia (UFMG)	1 a 4	5h/semana	<b>Etapa 1:</b> auxílio na compra de materiais (consumíveis e permanentes). <b>Etapa 2:</b> implantação e treinamento nos ensaios de toxicidade com <i>Hyalella spp.</i> ; <b>Etapa 3:</b> cultivo de <i>Hyalella spp.</i> em laboratório. Monitoramento das variáveis físico-químicas da água, alimentação, observação de novos indivíduos para a realização dos ensaios de toxicidade. Renovação dos meios. Execução dos ensaios de toxicidade aguda e/ou crônica com sedimento empregando <i>Hyalella spp.</i>



Nome e nível de Bolsa	Etapa de dedicação	Dedicação semanal	Descrição do trabalho
			Preparação das vidrarias (lavagem, colocação das amostras de sedimento e água de diluição). Obtenção das formas jovens para os ensaios. A partir dos reprodutores mantidos em incubadoras. Colocação dos animais nas diferentes amostras e nas respectivas réplicas, posteriormente acomodadas nas incubadoras com controle de fotoperíodo e temperatura. Monitoramento das variáveis físico-químicas dos meios (oxigênio dissolvido, pH, condutividade, intensidade luminosa, etc), alimentação diária dos animais, renovação dos meios a cada dois dias, observação diária dos animais quanto à mortalidade e comportamento. Finalização dos ensaios (10 dias), contabilizando os animais mortos e vivos. Medição e pesagem dos animais. Coleta e planilhamento dos dados obtidos nos ensaios com sedimento. <b>Etapa 4:</b> elaboração de relatórios técnicos parciais.
Bolsista de Pós-Doutorado Júnior (P4) - Beatriz Gasparini Reis	1 a 4	10 h	<b>Etapa 1:</b> auxílio na compra de materiais (consumíveis e permanentes). <b>Etapa 2:</b> implementação da análise e treinamento dos técnicos nos ensaios e preparação de materiais de toxicidade com <i>Hyalella</i> spp.; <b>Etapa 3:</b> Acompanhamento das coletas. Execução dos ensaios de toxicidade aguda e/ou crônica com sedimento empregando <i>Hyalella</i> spp. Colocação dos animais nas diferentes amostras e nas respectivas réplicas, posteriormente acomodadas nas incubadoras com controle de fotoperíodo e temperatura. Finalização dos ensaios (10 dias), contabilizando os animais mortos e vivos. Medição e pesagem dos animais. Coleta e planilhamento dos dados obtidos nos ensaios com sedimento. Interpretação dos resultados dos testes de toxicidade com <i>Hyalella</i> spp. Participação em reuniões e encontros com o grupo de pesquisa envolvido, bem como com outras equipes de projetos do Edital Brumadinho. <b>Etapa 4:</b> elaboração de relatórios técnicos parciais e final.
Técnico mestre (P5)	2 a 4	20	<b>Etapa 2:</b> treinamento nos ensaios e preparação de materiais de toxicidade com <i>Hyalella</i> spp.; Acompanhamento das coletas de amostras de sedimentos; <b>Etapa 3:</b> execução dos ensaios de toxicidade aguda e/ou crônica com sedimento empregando <i>Hyalella</i> spp. Preparação das vidrarias (lavagem, colocação das amostras de sedimento e água de diluição). Obtenção das



Nome e nível de Bolsa	Etapa de dedicação	Dedicação semanal	Descrição do trabalho
			<p>formas jovens para os ensaios. A partir dos reprodutores mantidos em incubadoras. Colocação dos animais nas diferentes amostras e nas respectivas réplicas, posteriormente acomodadas nas incubadoras com controle de fotoperíodo e temperatura. Monitoramento das variáveis físico-químicas dos meios (oxigênio dissolvido, pH, condutividade, intensidade luminosa, etc), alimentação diária dos animais, renovação dos meios a cada dois dias, observação diária dos animais quanto à mortalidade e comportamento. Finalização dos ensaios (10 dias), contabilizando os animais mortos e vivos. Medição e pesagem dos animais. Coleta e planilhamento dos dados obtidos nos ensaios com sedimento. Execução dos testes de toxicidade com <i>Hyalella</i> spp.</p> <p><b>Etapa 4:</b> elaboração de relatório parcial.</p>
Bolsista de Pós-Doutorado Júnior (P4)	1 a 4	10	<p><b>Etapa 1:</b> auxílio na compra de materiais (consumíveis e permanentes).</p> <p><b>Etapa 2:</b> treinamento nos ensaios de mutagenicidade.</p> <p><b>Etapa 3:</b> execução dos testes de mutagenicidade. Recebimento das amostras, cadastramento e estocagem em local apropriado. Controle e supervisão do uso de EPI no laboratório. Realização dos testes de Ames e análise de resultados. Trabalho em cooperação com o técnico e o bolsista de doutorado, coordenando as demandas e a realização dos experimentos dentro dos prazos estipulados. Interpretação dos resultados obtidos nos testes. Participação em reuniões e encontros com o grupo de pesquisa envolvido, bem como com outras equipes do projeto.</p> <p><b>Etapa 4:</b> elaboração de relatórios técnicos parciais e final.</p>
Técnico Mestre (P5)	1 a 4	10	<p><b>Etapa 1:</b> auxílio na compra de materiais (consumíveis e permanentes).</p> <p><b>Etapa 2:</b> treinamento nos ensaios de mutagenicidade</p> <p><b>Etapa 3:</b> separação, lavagem e preparo de vidrarias para a realização dos ensaios de mutagenicidade. Cuidar dos suprimentos e cuidados laboratoriais, preparação dos meios de cultura, soluções, além de limpeza de bancadas e cuidados com equipamentos. Execução dos testes de mutagenicidade.</p> <p><b>Etapa 4:</b> elaboração de relatórios técnicos parciais e final.</p>



Nome e nível de Bolsa	Etapa de dedicação	Dedicação semanal	Descrição do trabalho
Bolsista Estudante de Doutorado (D1)	2 a 4	20	<p><b>Etapa 2:</b> treinamento nos ensaios de mutagenicidade</p> <p><b>Etapa 3:</b> separação, lavagem e preparo de vidrarias para a realização dos ensaios de mutagenicidade. Cuidar dos suprimentos e cuidados laboratoriais, preparação dos meios de cultura, soluções, além de limpeza de bancadas e cuidados com equipamentos. Execução dos testes de mutagenicidade.</p> <p><b>Etapa 4:</b> elaboração de relatórios técnicos parciais e final.</p>
Técnico Mestre (P5)	2 a 4	10	<p><b>Etapa 2:</b> treinamento nos ensaios e preparação de materiais de toxicidade com <i>Hyaella spp.</i>;</p> <p><b>Etapa 3:</b> cultivo de <i>Hyaella spp.</i> Preparação das vidrarias (lavagem, colocação das amostras de sedimento e água de diluição). Obtenção das formas jovens para os ensaios. Colocação dos animais nas diferentes amostras e nas respectivas réplicas, posteriormente acomodadas nas incubadoras com controle de fotoperíodo e temperatura. Monitoramento das variáveis físico-químicas dos meios (oxigênio dissolvido, pH, condutividade, intensidade luminosa, etc), alimentação diária dos animais, renovação dos meios a cada dois dias, observação diária dos animais quanto à mortalidade e comportamento.</p> <p><b>Etapa 4:</b> elaboração de relatório parcial.</p>





## 8. ORÇAMENTO: PLANO DE APLICAÇÃO DOS RECURSOS COM CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO

Ressalta-se que o material permanente e os consumíveis requeridos no orçamento e que será adquirido durante a Etapa 1 do projeto é essencial para a implementação e realização dos ensaios ecotoxicológicos considerando o número de amostras a serem processadas durante a realização do presente projeto.

### MATERIAL DE CONSUMO

ORÇAMENTO DETALHADO E QUADRO DE DESEMBOLSO																	
MATERIAL DE CONSUMO						MESES/DESEMBOLSO											
Nº	Descrição do item	Finalidade/Justificativa	Quant	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Consumíveis a serem utilizado nos ensaios de mutagenicidade: Soxhlet extractor, vidraria (balão volumétrico: 5, 10 e 25 e 1000), CO2 para estufa, N2 para evaporação, microplaca de 384 poços (Corning®), placas de 24 e 96 poços, Mini biorreator Corning®, Tubos de biorreator TPP®, Tube Spin com capacidade de 50 mL, membranas de polietersulfona (PES) com poros de 0,22 µm (Sterifil) e 0,45 µm, meio de cultura (DMEM), antibióticos, soro fetal bovino, água estéril para diluição da amostra, ponteiras, meio indicador de pH, garrafas para cultivo celular, phosphate buffered saline (PBS), reservatórios para reagentes, tubos Falcon, metanol, acetona,	Realização das amostras para testes de mutagenicidade	2	7.300,00	14.600,00	X											



ORÇAMENTO DETALHADO E QUADRO DE DESEMBOLSO																	
MATERIAL DE CONSUMO						MESES/DESEMBOLSO											
Nº	Descrição do item	Finalidade/Justificativa	Quant	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	dimetilsulfóxido, lâminas, lamínulas e caixas para lâminas.																
2	Reagentes padrão analítico e geral, soluções e consumíveis de laboratório para ensaios de <i>Hyalella</i> spp (ác, nítrico, ác. clorídrico, acetona, cloreto de sódio, sulfato de cálcio di-hidratado, cloreto de potássio, bicarbonato de sódio, álcool 70%, Sílica gel azul, etc.; Soluções: armazenamento e limpeza para medidor de pH e condutividade, kits colorimétricos para monitoramento da qualidade da água, escova de limpeza, etc).	Preparação e manutenção de ensaios e do cultivo com <i>Hyalella</i> spp., fixação dos organismos, limpeza e manutenção do material usado no cultivo e ensaios com <i>Hyalella</i> spp.	2	2.190,00	4.380,00	X											
3	Kit de mutagenicidade para Teste de Ames	Realização dos testes de mutagenicidade	4	22.000,00	88.000,00	x											
4	Equipamentos de proteção individual descartáveis (luvas, máscaras, protetor auricular, touca, etc.)	Proteção dos analistas durante as atividades com produtos químicos perigosos e com materiais biológicos	2	3.000,00	6.000,00	X											



ORÇAMENTO DETALHADO E QUADRO DE DESEMBOLSO																	
MATERIAL DE CONSUMO						MESES/DESEMBOLSO											
Nº	Descrição do item	Finalidade/Justificativa	Quant	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	Vidraria laboratorial, material e itens para cultivo e ensaios com <i>Hyalella</i> spp. (dessecador de vidro completo, béqueres para ensaio e cultivo, provetas, vidro relógio, pinças de metal e plástico, contagotas, peneiras granulométricas, rolo de mangueira de silicone, emendas para mangueira, divisores de ar, pedras porosas, pilhas recarregáveis, baterias, membranas para oxímetro, etc.); alimentação e substrato para os organismos (rações, óleo de primula, algas, ração de coelho, ração de peixes, ração de camarão, fermento biológico seco, bioflocos, ramos de planta aquática, tela, gaze, etc.)	Vidraria laboratorial, material e itens para cultivo e ensaios com <i>Hyalella</i> spp., alimentação dos organismos	2	5.450,00	10.900,00	X											
<b>SUB-TOTAL MATERIAL DE CONSUMO</b>					<b>123.880,00</b>												



## MATERIAL PERMANENTE

MATERIAL PERMANENTE						MESES/DESEMBOLSO											
Nº	Descrição do item	Finalidade/Justificativa	Quant.	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Ar condicionado Split Hi Wall 9000Btus frio e 12000 Btus 220v	Climatização de sala para Teste de Ames (mutagenicidade)	1	2.000,00	2.000,00	X											
2	Balança analítica (precisão 0,00001)	Pesagem de reagentes para cultivo e ensaios com <i>Hyalella azteca</i>	1	14.000,00	14.000,00	X											
3	Incubadora de DBO, com controle de temperatura e fotoperíodo, capacidade de 340 L, 110v, Modelo: CE-300/350-FA - Marca: CIENLAB	Incubadora para manter o ambiente controlado para o cultivo e realização dos ensaios de toxicidade com <i>Hyalella spp</i>	1	4.700,00	4.700,00	X											
4	Medidor portátil de pH, condutividade, TDS e temperatura (HEXIS modelo HX 0001-05458)	Monitoramento da qualidade da água de cultivo e ensaios com <i>Hyalella spp.</i>	1	3.328,20	3.328,20	X											
5	Oxímetro marca YSI (medição em mg/L, % de saturação e temperatura)	Monitoramento da qualidade da água de cultivo e ensaios com <i>Hyalella spp.</i>	1	13.000,00	13.000,00	X											
6	Manta Aquecedora Para Balão	Extração das amostras de sedimentos para Teste de Ames	2	700,00	1.400,00	X											
<b>SUB-TOTAL MATERIAL PERMANENTE</b>					<b>40.458,00</b>												



## BOLSAS

BOLSAS						MESES/DESEMBOLSO											
Nº	Categoria	Nome	Carga Horária semanal	Valor da Bolsa	Valor total (R\$)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Professor pesquisador (P2)	Carlos Alberto Tagliati	4	4.100,88	56.240,64	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Professor pesquisador (P2)	Maria Clara Vieira Martins Starling	2	R\$2.343,36	28.120,32	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Professor pesquisador (P2)	Camila Costa de Amorim Amaral	2	2.343,36	28.120,32	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Professor pesquisador (P2)	Kleber Campos Miranda Filho	2	2.343,36	28.120,32	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Pós-Doutorado Júnior (P4)	a ser selecionado	10	2.096,69	25.160,25	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Pós-Doutorado Júnior (P4)	Beatriz Gasparini Reis	10	2.096,69	25.160,25	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Técnico Mestre (P5)	a ser selecionado	20	3.946,71	47.360,52	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Técnico Mestre (P5)	a ser selecionado	10	1.973,36	23.680,26	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9	Bolsista Estudante de Doutorado (D1)	João Paulo Silva Lorenzini	5	1.578,70	18.944,40	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10	Bolsista Estudante de Doutorado (D1)	a ser selecionado	20	6.314,74	75.776,88	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
11	Técnico Mestre (P5)	a ser selecionado	10	1.973,36	23.680,26	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>SUB-TOTAL BOLSAS</b>					<b>R\$380.365,20</b>												
<b>SUB-TOTAL GERAL</b>					<b>R\$544.703,40</b>												
<b>TAXAS RESOLUÇÃO 10/95 - UNIDADE (10%)</b>					<b>R\$61.898,11</b>												
<b>TAXAS RESOLUÇÃO 10/95 - UFMG (2%)</b>					<b>R\$12.379,62</b>												
<b>TOTAL GERAL</b>					<b>R\$ 618.981,14</b>												





## 9. REFERÊNCIAS

ABNT. **ABNT NBR 15411-3:2012: Ecotoxicologia aquática — Determinação do efeito inibitório de amostras aquosas sobre a emissão da bioluminescência de *Vibrio fischeri* (ensaio de bactéria luminescente) Parte 3: Método utilizando bactérias liofilizadas**, Brasil, 2012.

ABNT. **ABNT 15470:2013 - Ecotoxicologia aquática — Toxicidade aguda e crônica — Método de ensaio com *Hyalella spp* (Amphipoda) em sedimentos**, Brasil, 2013.

ABNT. **ABNT NBR 15469:2015: Ecotoxicologia - Coleta, preservação e preparo de amostras**, Brasil, 2015.

ADAMS, S. M.; GREELEY, M. S. Ecotoxicological indicators of water quality: Using multi-response indicators to assess the health of aquatic ecosystems. **Water, Air, and Soil Pollution**, v. 123, n. 1–4, p. 103–115, 2000.

BRASIL. Resolução n 357, 18 de março de 2005. n. 053, p. 58–63, 2005.

BRASIL. Resolução N° 454, De 01 De Novembro De 2012. p. 17, 2012.

CCME. Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life: Summary tables. **Canadian Council of Ministers of the Environment**, p. 5, 2001.

CETESB. Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo | Apêndice D - Índices de Qualidade das Águas. **Relatório Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo**, Apêndice D, p. 31, 2016a.

CETESB. Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo - Apêndice E - Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem. **Relatório de Qualidade das Águas Superficiais do Estado de São Paulo**, Apêndice E, n. Série Relatórios, p. 52, 2016b.

CETESB. **Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo**. São Paulo, SP.: Governo do Estados de São Paulo, Secretária do Meio Ambiente, 2017.

ESTEVES, F. DE A. **Fundamentos de Limnologia**. 3. ed. [s.l.] Editora Interciência, 2011.

FERREIRA, H. L. M. et al. **Ambientes Aquáticos em Minas Gerais**. [s.l: s.n.].



Hollert, H., Dürr, M.; Holtey-Weber, R., Islinger, M., Brack, W., Färber, H., Erdinger, L., Braunbeck, T. Endocrine Disruption of Water and Sediment Extracts in a Non-Radioactive Dot blot/RNase Protection-Assay Using Isolated Hepatocytes of Rainbow Trout. *Environ Sci Pollut Res Int* . 2005;12(6):347-60.

IBAMA. Rompimento da Barragem de Rejeito do Fundão - Mariana/MG. **Ministério do Meio Ambiente**, v. 8, p. 1–19, 2015.

IGAM. **Avaliação Da Qualidade Da Água E Sedimentos Do Rio Paraopeba**. Belo Horizonte: [s.n.].

MAGALHÃES, D. DE P.; FERRÃO-FILHO, A. DA S. a Ecotoxicologia Como Ferramenta No Biomonitoramento De Ecossistemas Aquáticos. **Oecologia Australis**, v. 12, n. 03, p. 355–381, 2008.

MARTINEZ-HARO, M. et al. A review on the ecological quality status assessment in aquatic systems using community based indicators and ecotoxicological tools: What might be the added value of their combination? **Ecological Indicators**, v. 48, p. 8–16, 2015.

MATOS, M. DE F. **A Ecotoxicologia como ferramenta para o monitoramento e perícia ambiental em áreas de mineração**. [s.l.] UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais, 2019.

OECD. OECD GUIDELINE FOR THE TESTING OF CHEMICALS: 471, Bacterial Reverse Mutation Test. **Organisation for Economic Co-operation and Development publishing**, n. July, p. 11, 1997.

SEGURA, F. R. et al. Potential risks of the residue from Samarco's mine dam burst (Bento Rodrigues, Brazil). **Environmental Pollution**, v. 218, p. 813–825, 2016.

SERRANO, A. F. et al. Geomorfológicos Impactados Pelo Rompimento Da Barragem De Fundão Em Mariana ( Mg ) Toxicity of Distinct Geomorphic Compartments Impacted By the Breaking of the Fundão Dam in Mariana ( Mg ). p. 1–5, 2018.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia**. 1. ed. [s.l.] Oficina de Textos, 2008.

WERNERSSON, A. S. et al. The European technical report on aquatic effect-based monitoring tools under the water framework directive. **Environmental Sciences Europe**, v. 27, n. 1, p. 1–11, 2015.





ZARCO-FERNÁNDEZ, S.; GARCÍA-GARCÍA, A.; SANZ-LANDALUZE, J.;  
PECHEYRAN, C; MUÑOZ-OLIVAS; R. In vivo bioconcentration of a metal mixture  
by Danio rerio Eleutheroembryos. **Chemosphere**, v. 196, p. 87-94, 2018.



ATA DA REUNIÃO  
DE JULGAMENTO DE  
RECURSO E  
RESULTADO FINAL



**ATA DA REUNIÃO DE JULGAMENTO DOS RECURSOS DA CHAMADA 20/2020 “ANÁLISES ECOTOXICOLÓGICAS EM SEDIMENTOS” NO DIA 13.07.2020**

No dia 13 de julho de 2020, às 16h30, reuniram-se virtualmente os membros do Comitê Técnico-Científico do “Projeto Brumadinho-UFMG”, Claudia Mayorga, Fabiano Teodoro Lara, Ricardo Machado Ruiz, Adriana Monteiro da Costa, Carlos Augusto Gomes Leal, Claudia Carvalhinho Windmöller, Efigênia Ferreira e Gustavo Ferreira Simões e o Secretário Executivo do “Projeto Brumadinho-UFMG”, Tiago Barros Duarte.

A divulgação do resultado preliminar da Chamada 20/2020 ocorreu no dia 9 de julho, tendo sido informado ao professor **Carlos Tagliati** a APROVAÇÃO COM AJUSTES de sua proposta. O proponente não interpôs recursos contra as recomendações do Comitê, enviando novo Subprojeto com atendimento aos ajustes sugeridos. A proposta foi reexaminada e decidiu-se, por unanimidade, por sua APROVAÇÃO PARA RECOMENDAÇÃO. **A pedido do CTC, foi ampliado o escopo de atividades, o que levou a um aumento do valor, autorizado pelo Comitê.**

Sendo assim, o Comitê Técnico-Científico requererá a divulgação do RESULTADO FINAL na forma prevista na Chamada 20/2020. Encerrou-se a reunião às 18h30. Eu, Tiago Barros Duarte, Secretário-Executivo do Comitê Técnico-Científico do “Projeto Brumadinho-UFMG” lavrei a presente ata, que vai assinada por mim e pelos demais. Belo Horizonte, 13 de julho de 2020.

---

Ricardo Machado Ruiz

---

Adriana Monteiro da Costa

---

Carlos Augusto Gomes Leal

---

Claudia Carvalhinho Windmöller

---

Gustavo Ferreira Simões

---

Fabiano Teodoro Lara

---

Claudia Mayorga

---

Efigênia Ferreira

---

Tiago Barros Duarte



**CHAMADA PÚBLICA INTERNA INDUZIDA N. 20/2020**

**ANÁLISES ECOTOXICOLÓGICAS EM SEDIMENTOS**

**Resultado Final**

<b>Proponente</b>	<b>Unidade</b>	<b>Resultado</b>
Carlos Alberto Tagliati	Faculdade de Farmácia da UFMG	Proposta aprovada





# PROPOSTA DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS

Fundep GNP 328451

Projeto Brumadinho – Chamada 20  
Subprojeto:  
“ANÁLISES ECOTOXICOLÓGICAS EM SEDIMENTOS ”

UFMG  
Faculdade de Farmácia

Coordenação: Prof. Dr. Carlos Alberto Tagliati

Julho 2020



## Sumário

<b>PROPOSTA DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS .....</b>	<b>1</b>
<b>1. DADOS CADASTRAIS .....</b>	<b>3</b>
<b>2. HISTÓRICO .....</b>	<b>4</b>
<b>3. DESCRIÇÃO DA PROPOSTA .....</b>	<b>7</b>
<b>3.1. Objeto .....</b>	<b>7</b>
<b>3.2. Justificativa .....</b>	<b>7</b>
<b>3.3. Detalhamento dos Serviços.....</b>	<b>7</b>
<b>4. RESPONSABILIDADE TÉCNICA .....</b>	<b>9</b>
<b>5. VALOR DA PROPOSTA.....</b>	<b>9</b>
<b>6. PRAZO DE EXECUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>7. APROVAÇÃO DA PROPOSTA .....</b>	<b>9</b>
<b>8. VALIDADE DA PROPOSTA .....</b>	<b>9</b>



## 1. DADOS CADASTRAIS

### *Denominação*

Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa – Fundep

### *Endereço*

Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 – Unidade Administrativa II – Pampulha Cep 31 270-901 – Caixa Postal 6990 - Belo Horizonte – MG

Telefone: (31) 3409.6572

E-mail: [novosprojetos@fundep.ufmg.br](mailto:novosprojetos@fundep.ufmg.br)

Home page: <http://www.fundep.ufmg.br>

### *Dirigente*

Prof. Alfredo Gontijo de Oliveira – Presidente

### *Constituição*

A Fundep é uma entidade de direito privado, sem fins lucrativos, com sede e foro na cidade de Belo Horizonte. Foi instituída por escritura pública em 28 de fevereiro de 1975, no Cartório do 1º Ofício de Notas (Tabelião Ferraz), à folha 01 do livro 325 B, devidamente aprovada pela Curadoria de Fundações (Ministério Público) em 30 de janeiro de 1975. Registrada no Cadastro Nacional da Pessoas Jurídica, sob o número 18.720.938/0001-41 e com registro no Cartório Jero Oliva, no Livro A 42, Folhas 83v., sob o número de ordem 29.218, em 13 de fevereiro de 1975.

Declarada de “Utilidade Pública” pela Lei nº 7.075, do Governo do Estado de Minas Gerais, de 28.09.77 e pela Lei nº 2.958, da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, rege-se pelas normas de seu estatuto.



## 2. HISTÓRICO

Na década de setenta, professores da Universidade Federal de Minas Gerais empenharam-se, com êxito, na constituição de uma fundação de apoio para as atividades acadêmicas de pesquisa, extensão e de desenvolvimento tecnológico. Fazia-se necessária a criação de um instrumento ágil, dotado de estrutura operacional especializada e adequada às necessidades de captação e gestão dos projetos da Universidade.

A Fundep – Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa – foi então criada no dia 29 de novembro de 1974, por aprovação do Conselho Universitário da UFMG, como entidade de direito privado, com personalidade jurídica própria e autonomia financeira e administrativa.

Em sua relação com o ambiente externo, as IFES (Instituição Federal de Ensino Superior) e ICTs (Institutos de Ciência e Tecnologia) tanto podem atuar em projetos próprios quanto participar conjuntamente de projetos com outros órgãos e entidades, e ainda, prestar serviços.

A Fundep, neste contexto e amparada pela Lei Federal 8.958/94 e seus decretos, cumpre funções específicas, complementares àquelas da UFMG e demais apoiadas, especializando-se no conhecimento de políticas de atuação e procedimentos das agências de financiamento e fomento, zelando para que os projetos contemplem os objetivos de todos os partícipes e atuando como gestora administrativo-financeira das atividades acadêmicas de pesquisa, ensino, extensão e desenvolvimento tecnológico da UFMG e de vários outros Institutos e Centros de Pesquisa.

Em decorrência de sua experiência e excelência reconhecida como gestora de Projetos da UFMG em cumprimento à sua finalidade estatutária de cooperar com outras instituições nos campos da ciência, pesquisa e cultura em geral, em conformidade com a Portaria Interministerial 191 de 2012, a Fundep hoje tem autorização do MEC/MCTI e atua como Fundação de Apoio das seguintes instituições:

**UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais**

AMAZUL - Amazônia Azul Tecnologias de Defesa

CETEM - Centro de Tecnologia Espacial

CETENE - Centro de Tecnologia Estratégica do Nordeste

CNEN - Comissão Nacional de Energia Nuclear

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - Serviço Geológico do Brasil

EBSERH/UFRN - Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares na Universidade Federal do Rio Grande do Norte

UNIFAL - Fundação de apoio à Universidade Federal de Alfenas

EBSERH/HC UFMG - Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais

HUMAP-UFMS-EBSERH - Hospital Universitário Maria Aparecida Pedrossian

IBICT - Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia

ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

IAE - Instituto de Aeronáutica e Espaço

IEAv - Instituto de Estudos Avançados

IFI - Instituto de Fomento e Coordenação Industrial

IFMG - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais

INCA - Instituto Nacional de Câncer

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

INPA - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia





INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
INT - Instituto Nacional de Tecnologia  
INSA - Instituto Nacional do Semiárido  
ITA - Instituto Tecnológico de Aeronáutica  
LNA - Laboratório Nacional de Astrofísica  
MPEG - Museu Paraense Emílio Goeldi  
NIT-MB - Núcleo de Inovação Tecnológica da Marinha do Brasil  
ON - Observatório Nacional  
UNILA - Universidade Federal da Integração Latino-Americana  
UFAL - Universidade Federal de Alagoas  
UFOP - Universidade Federal de Ouro Preto  
UFSM - Universidade Federal de Santa Maria  
UFABC - Universidade Federal do ABC

### QUALIFICAÇÃO FUNDEP

Com uma estrutura operacional altamente especializada, a Fundep atua como gestora administrativo-financeira das atividades acadêmicas de pesquisa, ensino, extensão e desenvolvimento tecnológico da UFMG e demais Centros de Pesquisa, além de prestar serviços a órgãos públicos e privados, e realizar concursos públicos.

Através de sua expertise em gestão administrativa e financeira de projetos a FUNDEP vem contribuindo para o desenvolvimento da sociedade tanto no setor público quanto no setor privado, priorizando a busca do conhecimento dentro da UFMG e a transferência do mesmo para o mercado.

A Fundação também atua como interface entre as organizações públicas e privadas, nas negociações e nas contratações de projetos, buscando tecnologias e inovações dentro das Universidades e/ou por meio de parcerias.

Entre 2014 e 2017 foram mais de 1,2 bilhões de reais movimentados em projetos de ensino, pesquisa e extensão, sendo tudo isso possível a partir de uma estrutura robusta, qualificada e tecnologicamente avançada, onde as demandas administrativas e operacionais do projeto são realizadas através de um sistema on-line, disponível 24 horas por dia e acessível de qualquer parte do mundo, seja através do computador, tablete ou smartphone.

Possuímos um portal de compras próprio, garantindo economia e agilidade nas aquisições.

A Fundep disponibiliza serviço de importação especializado sendo credenciada junto ao CNPq, no âmbito da Lei Federal nº 8.010/90, para efetuar importação de equipamentos e materiais destinados à pesquisa científica e tecnológica, com isenção de tributos, sendo a segunda maior importadora do Estado de Minas Gerais em volume de recursos e a primeira em número de itens importados.

A Fundação é gestora do Embrapii DCC e INT e operadora do Sibratec Redes de Centros de Inovação em Nanomateriais, Nanocompósitos e em Nanodispositivos e Nanosensores.

Ao apoiar os parceiros na busca pela inovação, realizando uma eficiente gestão dos projetos de pesquisa, inovação, ensino e extensão, a Fundep se revela uma importante agente no processo de PD&I no Brasil.



Nosso relatório de atividades está disponível em nossa página na Internet.

### *Estrutura de Governança*

O corpo gestor da Fundep é composto pelos conselhos Fiscal, Curador e Diretor, sendo presidida pelo Presidente do Conselho Diretor, o Prof. Dr. Alfredo Gontijo de Oliveira. Por exigência estatutária, as demonstrações contábeis da Fundep são auditadas regularmente. Atualmente a empresa de Auditoria contratada é a Fernando Motta e Associados. Além da empresa de auditoria, a Fundep tem as contas analisadas pelos seus Conselhos Curador e Fiscal, bem como pelo Conselho Universitário da Universidade Federal de Minas Gerais.

Depois de apreciada pelo Conselho Curador, a prestação de contas é encaminhada ao órgão competente do Ministério Público de Minas Gerais. Ver o Art. 26º do Estatuto da Fundep.

### *Processos Certificados*

Os processos da Fundep referentes à gestão de projetos, apoio institucional, prestação de serviços e outros foram avaliados pelo Conselho de Acreditação Holandês – Raad voor Accreditatie (Rva) em junho de 2018 que os atestou em conformidade aos requisitos estabelecidos pela norma ISO 9001:2015.



### 3. DESCRIÇÃO DA PROPOSTA

#### 3.1. Objeto

Prestação de serviços técnicos especializados, para dar apoio ao projeto “Análises Ecotoxicológicas Em Sedimentos”, sob coordenação do Prof. Carlos Alberto Tagliati, recomendado pelo Comitê Técnico Científico do Projeto Brumadinho, no valor de R\$ 618.981,14 (seiscentos e dezoito mil, novecentos e oitenta e um reais e catorze centavos), no âmbito da Lei n.º 8-958 e Termo de Cooperação Técnica n.º 037/19.

#### 3.2. Justificativa

Ente de cooperação da UFMG, a FUNDEP é capaz de agilizar o desenvolvimento das atividades do projeto em questão, pois é dotada de estrutura operacional especializada e adequada às necessidades da Universidade Federal de Minas Gerais. Atuando como interface junto aos vários agentes que participarão do projeto, a FUNDEP poderá zelar para que o referido trabalho contemple seus objetivos e metas.

#### 3.3. Detalhamento dos Serviços

3.1. Gerenciar o recebimento de recursos destinados à realização da proposta em questão:

- ✓ Efetuar pagamentos comandados pela (o) Coordenador(a), utilizando-se dos recursos previstos;
- ✓ Monitorar e acompanhar administrativamente e analiticamente o cronograma físico-financeiro;
- ✓ Adquirir materiais e serviços, contratar pessoal especializado, administrar de forma contábil e financeira e prestar contas dos recursos;
- ✓ Recolher os impostos, taxas, contribuições e outros encargos porventura devidos em decorrência do projeto, apresentar os respectivos comprovantes ao setor competente da (o) Faculdade de Farmácia;
- ✓ Contratar, fiscalizar e pagar pessoal, porventura necessário à execução do objeto da proposta;
- ✓ Aplicar no mercado financeiro, através de instituições oficiais, os recursos administrados, devendo posteriormente revertê-los para o projeto, junto com o respectivo rendimento;
- ✓ Transferir, de imediato, à (o) Faculdade de Farmácia, a posse e uso dos materiais de consumo e bens duráveis adquiridos para execução da proposta;
- ✓ A Fundep disponibilizará ao Comitê Técnico Científico relação de bens permanentes adquiridos no Projeto e Subprojetos para que este recomende a Reitoria da UFMG a destinação dos equipamentos;
- ✓ Formalizar doação sem qualquer encargo, ao final da execução da Proposta do Projeto Brumadinho UFMG, dos bens duráveis, adquiridos para execução da proposta para unidade indicada pela Reitoria da UFMG, conforme Termo de Cooperação Técnica n.º 037/19;
- ✓ Restituir ao Juízo, ao final do projeto, se for o caso, eventual saldo remanescente, monetariamente corrigido e acrescido dos rendimentos percebidos;
- ✓ Solucionar, judicialmente ou extrajudicialmente, quaisquer litígios com terceiros, decorrentes da execução desta proposta;



- ✓ Conceder bolsas de pesquisa e extensão de acordo com a Lei n.º 8.958 e Termo de Cooperação Técnica n° 037/19, quando for o caso.
- Oferecer serviço de acesso direto para o coordenador, disponibilizando software próprio, via Internet, que permite acessar a qualquer momento, de qualquer lugar, os dados relativos ao projeto, composto dos seguintes módulos:
  - ✓ Módulo Financeiro:
    - Extrato “inteligente”, via Internet / e-mail
    - Balancetes
    - Faturas
    - Demonstrativo de despesas
    - Prestação de contas
  - ✓ Módulo compras
    - Controle de solicitações de compras nacionais e importadas
    - Custo de importação
    - Autorização e justificativa para aquisição de bens
  - ✓ Módulo pessoal
    - Custo de pessoal
- Responsabilizar-se por:
  - ✓ Prestar os serviços na forma e condições definidas no projeto, responsabilizar-se pela sua perfeita e integral execução;
  - ✓ Responder pelos prejuízos causados à (o) Faculdade de Farmácia, em razão de culpa ou dolo de seus empregados ou prepostos;
  - ✓ Respeitar e fazer com que seu pessoal cumpra as normas de segurança do trabalho e demais regulamentos vigentes nos locais em que estiverem trabalhando;
  - ✓ Facilitar, por todos os meios ao seu alcance, a ampla ação fiscalizadora da (o) Faculdade de Farmácia, atendendo prontamente às observações por ele apresentadas;
- Oferecer estrutura gerencial e operacional com pessoal especializado para acompanhar individualmente os processos e atender coordenadores.
- Disponibilizar ao coordenador, via Internet, formulários *on line*, para solicitações de serviços.
- Responsabilizar-se pela guarda dos documentos relativos a proposta;
- Disponibilizar para a proposta sistema de gestão (software) com os módulos – compras, financeiro, pessoal, cursos e eventos, integrados para dar maior segurança, transparência, rapidez e confiabilidade aos processos.
- Observar rigorosamente o disposto na Lei 8.958 de 1994 e ao Decreto 8.241 de 2014.



## 4. RESPONSABILIDADE TÉCNICA

O gerenciamento das atividades acima propostas ficará a cargo da CIA – Centro Integrado de Atendimento Fundep.

## 5. VALOR DA PROPOSTA

Para a execução das atividades previstas nesta proposta, a Contratante pagará à Fundep a importância de R\$ 61.898,10 (sessenta e um mil, oitocentos e noventa e oito reais e dez centavos), referente a remuneração pelos serviços prestados, conforme anexo I).

## 6. PRAZO DE EXECUÇÃO

O prazo estimado para realização do serviço proposto será definido no contrato a ser firmado entre as partes.

## 7. APROVAÇÃO DA PROPOSTA

Em caso de aprovação da presente Proposta, solicitamos a emissão ou o pedido de emissão do contrato por parte da FUNDEP.

## 8. VALIDADE DA PROPOSTA

Esta proposta tem a validade de 30 (trinta) dias a contar de sua data de assinatura.

Belo Horizonte, 21 de julho de 2020

ALFREDO GONTIJO DE OLIVEIRA:04512421653  
Assinado de forma digital por ALFREDO GONTIJO DE OLIVEIRA:04512421653  
Dados: 2020.07.21 14:47:42 -03'00'

Prof Alfredo Gontijo de Oliveira

Presidente



## Anexo I

### Custos Fundep para apoio ao Projeto "ANÁLISES ECOTOXICOLÓGICAS EM SEDIMENTOS"

Envolvimento da Fundação	Vigência (em meses)												Encerramento		CUSTOS	Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Mês + 1	Mês + 2		
<b>Direto</b>																
1. Negócios e Parcerias															618,98	618,98
2. Gerência de Projetos															1.061,11	14.855,55
3. Financeiro															618,98	8.046,75
4. Contas a Pagar															154,75	1.856,94
5. Prestação de Contas															154,75	618,98
6. Contabilidade															142,84	1.856,94
7. Assessoria Jurídica															51,58	618,98
8. Divulgação/matricula																-
<b>Necessidade do Projeto</b>																
1. Pessoal															773,73	9.284,72
2. Compras Nacionais															825,31	9.903,70
3. Importação																-
<b>Suporte</b>																
1. Informática															309,49	4.332,87
2. Apoio															44,21	618,98
3. Material de Expediente															103,16	1.237,96
<b>Manutenção</b>																
															103,16	1.237,96
<b>Custos Indiretos</b>																
															103,16	1.237,96
<b>Arquivo: 05 anos após a aprovação das contas da UFMG pelo TCU</b>																
															92,85	5.570,83
<b>Total</b>																
																<b>61.898,10</b>



**PROPOSTA RECOMENDADA  
E  
TERMO DE COMPROMISSO  
ÉTICO E DE  
CONFIDENCIALIDADE**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

FACULDADE DE FARMÁCIA  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
ESCOLA DE VETERINÁRIA

**SUBPROJETO**

**ANÁLISES ECOTOXICOLÓGICAS EM SEDIMENTOS**

EM ATENDIMENTO À CHAMADA 20/2020 - PROEX/PROJETO BRUMADINHO  
UFMG

BELO HORIZONTE - MG

JUNHO/2020





## SUMÁRIO

1. EQUIPE PROPONENTE .....	3
2. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA .....	5
3. OBJETIVOS: GERAL E ESPECÍFICOS .....	9
4. DESCRIÇÃO DAS ETAPAS E ATIVIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS.....	10
4.1 Etapa 1: Formalização do contrato, compras e mobilização da equipe atuante no projeto .....	10
4.2 Etapa 2: Implementação dos testes e treinamento dos bolsistas .....	11
4.3 Etapa 3: Realização dos ensaios ecotoxicológicos com amostras de sedimentos coletadas na Bacia do Rio Paraopeba.....	11
4.3.1 Coleta de amostras: caracterização físico-química, pontos amostrais e volume amostral .....	11
4.3.2 Realização dos testes ecotoxicológicos .....	15
4.3.3 Análise de toxicidade aguda e crônica com <i>Hyalella</i> spp.....	15
4.3.4 Análises de mutagenicidade.....	18
4.4. Etapa 4: Avaliação integrada dos resultados e elaboração de relatórios contendo análise crítica de documentos judiciais.....	19
5. CRONOGRAMA.....	20
6. DEDICAÇÃO E RESPONSABILIDADES DE CADA PROFESSOR PESQUISADOR.....	21
7. PLANO DE TRABALHO DOS BOLSISTAS.....	22
8. ORÇAMENTO: PLANO DE APLICAÇÃO DOS RECURSOS COM CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO .....	26
9. REFERÊNCIAS.....	32



## APRESENTAÇÃO

A presente proposta objetiva o desenvolvimento de um Subprojeto com as atividades descritas na Chamada Pública Interna Induzida n. 20/2020 – Análise Ecotoxicológica em Sedimentos, no âmbito do Projeto Brumadinho-UFMG, que tem como objetivo geral auxiliar o Juízo da 2ª Vara da Fazenda Pública da Comarca de Belo Horizonte a identificar e avaliar os impactos decorrentes do rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão.

Nesse contexto, a presente proposta prevê a realização de ensaios ecotoxicológicos para avaliar a toxicidade de amostras de sedimentos coletadas em 12 pontos distribuídos no Rio Paraopeba, a montante e jusante do ponto onde rompeu a Barragem I da Mina do “Córrego Feijão”.

### 1. EQUIPE PROPONENTE

A equipe proponente, listada no Quadro 1, será coordenada por professores pesquisadores do departamento de Análises Clínicas e Toxicológicas (ACT, Faculdade de Farmácia) e do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG (DESA, Escola de Engenharia) e contará com professores e pesquisadores do DESA e do departamento de Zootecnia (Escola de Veterinária), compreendendo assim uma equipe multidisciplinar. Os professores pesquisadores provenientes desses departamentos terão auxílio de bolsistas de pós-graduação, assim como pesquisadores e técnicos mestres, que possuem experiência prévia comprovada na condução de ensaios ecotoxicológicos.



**Quadro 1** - Membros da equipe proponente, participação, atribuição no projeto e link do lattes

Professores					
Nome	Título	Unidade	Participação	Atribuição no Projeto	Link do Lattes
Carlos Tagliati	Doutor	ACT/FF	Coordenador Pesquisador	Coordenação e execução das atividades e da equipe, orientar e supervisionar a execução dos testes de mutagenicidade	<a href="http://lattes.cnpq.br/8464038725747139">http://lattes.cnpq.br/8464038725747139</a>
Maria Clara Starling	Doutora	DESA/EE	Subcoordenador Pesquisador	Subcoordenar a execução do projeto e orientar e supervisionar a execução das análises com <i>Hyallela</i> spp. (anfípoda)	<a href="http://lattes.cnpq.br/5732421311917264">http://lattes.cnpq.br/5732421311917264</a>
Camila Amorim	Doutora	DESA/EE	Pesquisador	Coordenação e execução das atividades e da equipe	<a href="http://lattes.cnpq.br/9940811381309673">http://lattes.cnpq.br/9940811381309673</a>
Kleber Miranda Filho	Doutor	DZOO/EV	Pesquisador	Orientar e supervisionar a execução dos testes de toxicidade com <i>Hyallela</i> spp. (anfípoda)	<a href="http://lattes.cnpq.br/9582652974539721">http://lattes.cnpq.br/9582652974539721</a>
Bolsistas					
Nome	Título	Unidade	Participação	Atribuição no Projeto	Link do Lattes
João Paulo Lorenzini	Mestre	DZOO/EV	Bolsista de Doutorado	Execução das análises de toxicidade com <i>Hyallela</i> spp. (anfípoda)	<a href="http://lattes.cnpq.br/7815177509865232">lattes.cnpq.br/7815177509865232</a>
Beatriz Reis	Doutora	DESA	Bolsista de Pós- Doutorado	Execução das análises de toxicidade análises de toxicidade com <i>Hyallela</i> spp. (anfípoda)	<a href="http://lattes.cnpq.br/9454235941494186">lattes.cnpq.br/9454235941494186</a>
Técnico mestre	Mestre	DESA	Técnico de laboratório	Execução das análises de toxicidade com análises de toxicidade com <i>Hyallela</i> spp. (anfípoda)	a definir
Pós Doutor Júnior	Doutor	ACT/FF	Bolsista de Pós- Doutorado	Execução dos Testes de Ames	a definir
Técnico mestre	Mestre	ACT/FF	Técnico de laboratório	Preparo de material, organização do laboratório e realização dos ensaios de mutagenicidade (Ames)	a definir

DESA - Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; ACT - Análises Clínicas e Toxicológicas, Faculdade de Farmácia; DZOO – Departamento de Zootecnia, Escola de Veterinária



## 2. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A integridade de um ambiente aquático é dada a partir da avaliação conjunta das comunidades biológicas, geomorfologia da região, qualidade da água e sedimentos, grau de trefia e uso do solo no entorno (FERREIRA et al., 2017). Sendo o sedimento o reservatório de partículas que decantaram ao longo de milhares de anos no corpo d'água, a caracterização físico-química dos sedimentos dos rios e lagos permite a compreensão de diversos fenômenos que possam ter ocorrido em uma dada bacia hidrográfica (ESTEVES, 2011).

Devido à constante transferência de poluentes entre os sedimentos e a coluna d'água, a qualidade desses dois compartimentos está diretamente conectada, sendo que a composição do sedimento pode influenciar a qualidade da água e vice-versa (TUNDISI; TUNDISI, 2008). Na ocasião do rompimento de uma barragem de mineração, por exemplo, a entrada do rejeito no curso d'água, pode vir a causar o revolvimento dos constituintes do sedimento, com disponibilização dos elementos traço (Fe, As, Al, Cr, Ni, Pb, Zn, etc.) nele estocados há séculos, alterando a composição química da água. Esse fenômeno foi apontado como uma das consequências ambientais desencadeadas pelo rompimento de uma barragem em Mariana, MG (IBAMA, 2015). Desse modo, dados referentes ao monitoramento periódico da composição química dos sedimentos podem auxiliar na elaboração e implementação de medidas de controle da poluição da água.

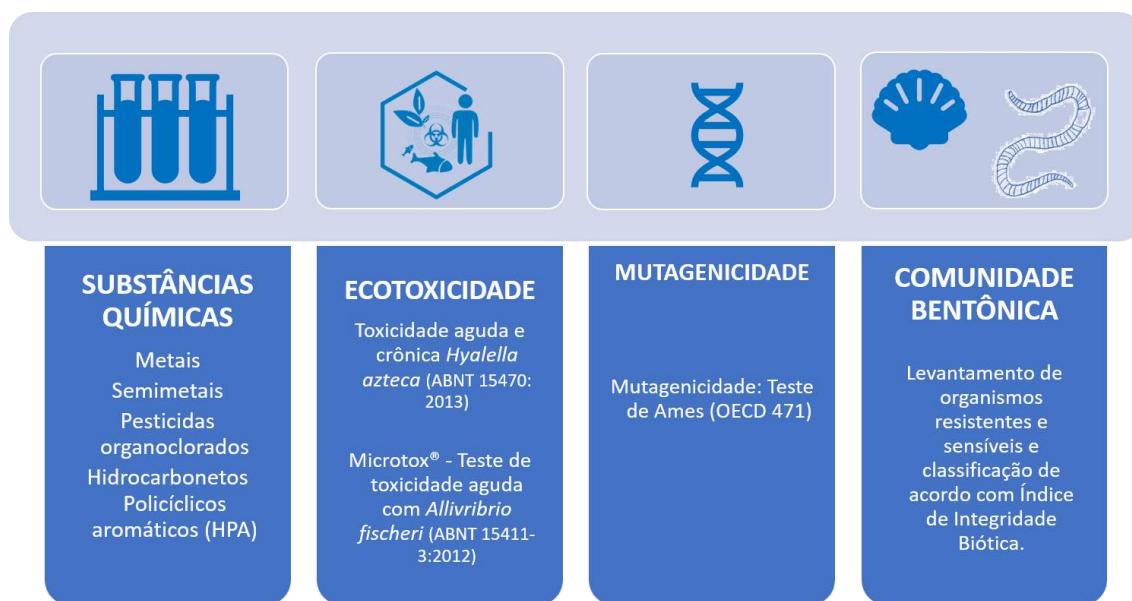
Apesar da relação direta entre a qualidade da água e dos sedimentos, o monitoramento da qualidade dos sedimentos é raramente realizado pelos órgãos ambientais brasileiros. Isso ocorre, pois a legislação específica é incipiente e não há obrigatoriedade relacionada ao monitoramento periódico desse compartimento ambiental. A única legislação nacional que abrange os sedimentos é a resolução CONAMA 454 de 2012, que estabelece diretrizes gerais para a caracterização e classificação de sedimento dragado de curso d'água para fins de disposição do resíduo gerado. A classificação da qualidade desse resíduo é feita de acordo com a sua composição química, especificamente para a concentração das seguintes substâncias: metais e semimetais, pesticidas organoclorados e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) (BRASIL, 2012). Os sedimentos são classificados como resíduos de Nível 1, caso apresentem as substâncias listadas na legislação em concentrações abaixo do valor para os quais são



esperados efeitos à biota. O nível 2 é atribuído àquelas amostras que apresentarem concentrações acima dos valores para os quais há probabilidade de ocorrência de efeito adverso à biota.

Excepcionalmente, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) realiza o monitoramento da qualidade dos sedimentos em corpos d'água no estado de SP desde 2002, classificando-os de acordo com quatro grupos de variáveis que constituem o Critério de Qualidade dos Sedimentos (CQS): substâncias químicas, ecotoxicidade, mutagenicidade e comunidade bentônica (CETESB, 2017) (Figura 1). Desse modo, os resultados obtidos pela CETESB permitem tanto a detecção da(s) causa(s) como da(s) consequência(s) decorrentes da contaminação dos corpos d'água, uma vez que compreende parâmetros físico-químicos, ecotoxicológicos e ecológicos (ADAMS; GREELEY, 2000). Na ausência de uma legislação relacionada à qualidade dos sedimentos, os parâmetros químicos monitorados e a classificação realizada pela CETESB seguem as normas estipuladas na Resolução CONAMA 454 de 2012.

**Figura 1** – Parâmetros de monitoramento da qualidade e classificação dos sedimentos utilizados pela CETESB



Os parâmetros ecotoxicológicos monitorados pela CETESB permitem a detecção dos efeitos provocados pela presença de substâncias tóxicas no sedimento aos organismos aquáticos, principalmente aos bentônicos. Tais efeitos podem se manifestar abruptamente, devido à presença de concentrações elevadas de determinada(s) substância(s) tóxica(s) armazenada(s) no sedimento. Tal efeito rápido (entre 24 e 96 horas) sobre organismos sensíveis é caracterizado como toxicidade aguda e geralmente



avalia como resposta a mortalidade dos organismos-teste. Em contrapartida, a toxicidade é classificada como crônica se o efeito tiver um caráter subletal (deformação morfológica, alteração comportamental, redução de peso, comprometimento do crescimento, da reprodução, etc.), o que geralmente ocorre pela exposição repetida à pequenas doses do poluente, podendo se manifestar ao longo do ciclo de vida do organismo (MAGALHÃES; FERRÃO-FILHO, 2008).

O teste ecotoxicológico utilizado pela CETESB para qualificar e quantificar a toxicidade dos sedimentos no estado de São Paulo é realizado com o anfípoda *Hyalella azteca* (ABNT, 2013). Nesse teste, a mortalidade desses organismos indica toxicidade aguda, ao passo que a resposta crônica é avaliada pelo crescimento do organismo (medição do peso seco e tamanho). A qualidade do sedimento é classificada como ótima caso não seja observado efeito algum. Se o efeito for subletal (crônico), o sedimento apresenta qualidade regular. A amostra é classificada como ruim ou péssima se for observada mortalidade < 50% ou > 50% da população, respectivamente (CETESB, 2016a, 2016b).

Como preconizado pela CETESB, os resultados obtidos pelo ensaio com *Hyalella* spp. são complementados por meio da realização de dois outros testes: o ensaio de toxicidade aguda com a bactéria luminescente *Allivibrio fischeri* (Microtox<sup>®</sup>) (ABNT, 2012) realizado com a água intersticial coletada no mesmo local, e o ensaio de mutagenicidade denominado Teste de Ames (mutagenicidade) (CETESB, 2016b; OECD, 1997). O teste de Microtox<sup>®</sup> é realizado a partir da exposição da bactéria a diferentes concentrações da amostra com medição periódica (0, 5, 15 e 30 minutos) da luminosidade emitida naturalmente pelo organismo. O cálculo da concentração que inibe 50% da população (CE<sub>50</sub>) é feito a partir da variação da luminosidade emitida pela bactéria diante da exposição às diferentes concentrações. Já o Teste de Ames, permite a detecção de uma mutação permanente no material genético da bactéria *Samonella typhymurium* (linhagens TA98 e TA100) que é negativa para o aminoácido histidina. Caso a exposição à amostra leve à reversão da anomalia, a bactéria é considerada “revertente” e a amostra é classificada como mutagênica. Se uma amostra provocar um número superior a 5.000 revertentes por grama, o sedimento é classificado como péssimo (CETESB, 2016b).

Diferentemente da CETESB, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) não realiza monitoramento periódico dos sedimentos nas bacias do estado de MG.



Entretanto, o monitoramento desse compartimento ambiental pode ser exigido no caso de ocorrências ambientais graves. Diante do rompimento da Barragem I da Mina do Córrego Feijão, o IGAM implementou o Programa de Monitoramento da Qualidade da Água e dos Sedimentos do Reservatório de Três Marias e Entorno (PMQS) que está em vigor desde fevereiro de 2019. O PMQS abrange as oito estações de monitoramento previamente existentes na Bacia do Rio Paraopeba acrescido de oito estações implementadas na ocasião. Inicialmente (60 dias após rompimento), o monitoramento foi feito diariamente para a qualidade da água e semanalmente para os sedimentos. A partir de abril, as coletas e análises passaram a ser mensais para ambos os compartimentos, voltando a ser semanais a partir do mês de novembro, que caracteriza o início do período chuvoso, devido à possibilidade de revolvimento do sedimento com liberação de constituintes do rejeito na coluna d'água (IGAM, 2020). Os resultados obtidos foram avaliados de acordo com a CONAMA 454 de 2012.

As análises químicas realizadas com as amostras de sedimento coletadas no âmbito do PMQS na Bacia do Rio Paraopeba detectaram concentrações de Fe, Mn, Pb, Hg, Ni, Cu, superiores às aquelas presentes nos pontos à montante do rompimento nos trechos mais próximos à antiga barragem (IGAM, 2020). Embora os resultados da caracterização química das amostras de sedimentos coletadas no Rio Paraopeba por meio do PMQS tenham sido divulgados no relatório referenciado que foi publicado pelo IGAM em abril de 2020, o documento não menciona a realização de análises ecotoxicológicas na região impactada.

Apesar de não haver nenhum estudo independente publicado com resultados de testes ecotoxicológicos para amostras de sedimentos coletadas no Rio Paraopeba após o rompimento ocorrido na Mina do Córrego Feijão, os ensaios de mutagenicidade (SEGURA et al., 2016) e de toxicidade aguda e crônica com o anelídeo *Eisenia andrei* (SERRANO et al., 2018) e *Chironomus xanthus* (MATOS, 2019) indicaram a ocorrência desses efeitos para as amostras coletadas no Rio Doce após o rompimento da Barragem do Fundão, em Mariana.

Assim confirma-se a necessidade de realização das análises ecotoxicológicas aqui propostas (Quadro 2) para avaliação dos impactos causados à incorporação do rejeito aos sedimentos da Bacia do Rio Paraopeba, por equipe devidamente capacitada e independente. Os testes propostos foram escolhidos de acordo com o preconizado pela CETESB para análise da qualidade de sedimentos. Uma vez que o teste com o





organismo *Hyaella* spp. permite a avaliação das toxicidades aguda e crônica e a realização do teste de mutagenicidade complementa os resultados obtidos. Afinal, esse teste permite a avaliação da possibilidade de ocorrência de mutação permanente e hereditária no material genético dos organismos presentes no ambiente, comumente observada na ocasião de contaminação ambiental por metais (WERNERSSON et al., 2015). Além disso, os dois testes selecionados representam dois níveis tróficos distintos e avaliação da ocorrência da toxicidade aguda e crônica, assim ampliando a abrangência do monitoramento proposto (MARTINEZ-HARO et al., 2015).

**Quadro 2** – Análises ecotoxicológicas a serem realizadas com as amostras de sedimento

Teste	Organismo teste	Norma	Filo	Nível trófico	Resposta avaliada
Toxicidade Aguda e crônica	<i>Hyaella</i> spp	ABNT NBR 15470:2013	<i>Arthropoda</i>	Consumidor I	Agudo – mortalidade Crônico – peso seco e/ou tamanho
Mutagenicidade	<i>Salmonella typhimurium</i>	OECD 471; ISSO 11350:2012	<i>Proteobacteria</i>	Decompositor	Número de revertentes

### 3. OBJETIVOS: GERAL E ESPECÍFICOS

Realizar análises ecotoxicológicas de amostras de sedimentos coletadas a montante e a jusante do rompimento da Barragem I da Mina do Córrego Feijão por meio de análises ecotoxicológicas.

Como objetivos específicos destacam-se:

- Realizar testes de toxicidade aguda e crônica com o anfípoda *Hyaella* spp. para amostras coletadas a montante e a jusante do ponto de rompimento da Barragem I da Mina do “Córrego Feijão”;
- Realizar testes de mutagenicidade (Teste de Ames) para amostras coletadas a montante e a jusante do ponto de rompimento da Barragem I da Mina do “Córrego Feijão”;
- Avaliar os resultados obtidos com relação a trabalhos desenvolvidos pelas partes envolvidas nas ações judiciais (autos 5000121-74.2019.8.13.0054, 5010709-36.2019.8.13.0024, 5026408-67.2019.8.13.0024, 5044954-73.2019.8.13.0024) que tramitam perante o Juízo da 2ª Vara da Fazenda Pública da Comarca de Belo





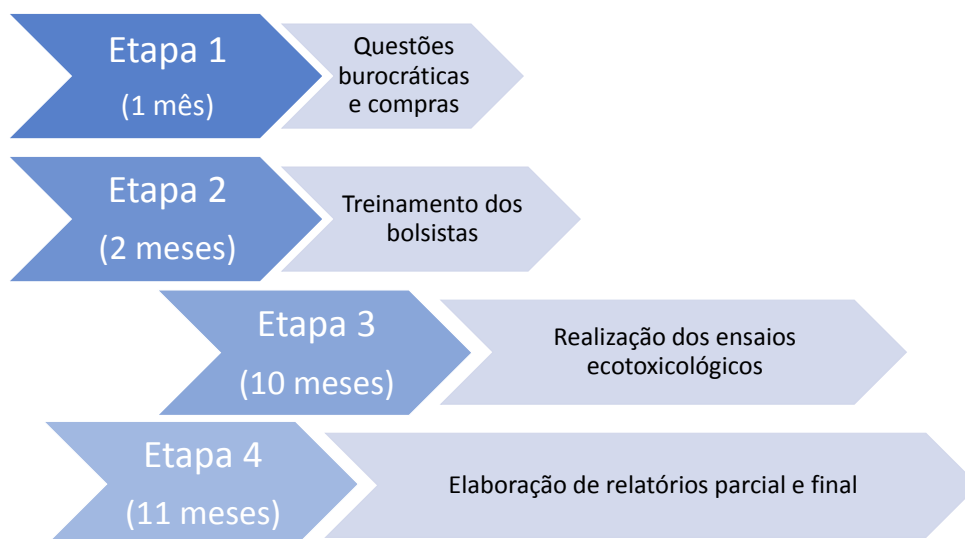
Horizonte, além de outros trabalhos de monitoramento ambiental e estudos científicos disponíveis.

- Elaborar relatórios técnicos (parcial e final) contendo os resultados obtidos nos ensaios ecotoxicológicos propostos com amostras de sedimentos e relacioná-los de maneira integrada com resultados de outros subprojetos do Projeto Brumadinho-UFMG (caracterização físico-química e ecotoxicologia de águas superficiais) e contendo avaliação crítica dos trabalhos desenvolvidos sob demanda das ações judiciais citadas anteriormente.

#### 4. DESCRIÇÃO DAS ETAPAS E ATIVIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS

De maneira a possibilitar o alcance de todos os objetivos listados acima, a proposta foi dividida em quatro etapas de acordo com a Figura 2.

**Figura 2** – Etapas de realização do projeto proposto



##### 4.1 Etapa 1: Formalização do contrato, compras e mobilização da equipe atuante no projeto

Essa etapa contempla a formalização dos contratos dos bolsistas responsáveis pela execução do projeto com a FUNDEP, bem como a realização dos pedidos de compras dos consumíveis e equipamentos necessários para a realização dos ensaios de ecotoxicologia aqui propostos.



## 4.2 Etapa 2: Implementação dos testes e treinamento dos bolsistas

Nessa etapa, os pesquisadores atuarão na implementação da metodologia referente ao Teste de Toxicidade Aguda e Cônica com o organismo *Hyalella spp.* a serem realizados com as amostras de sedimentos e os bolsistas responsáveis pela condução desse teste e serão devidamente treinados para a garantia do cumprimento das normas da ABNT e a segurança das amostras e dos bolsistas, bem como da interpretação adequada dos resultados obtidos. Bolsistas também serão treinados nos softwares necessários, incluindo aquele destinado ao cadastro e rastreamento das amostras que será disponibilizado à equipe do projeto pelo Comitê Brumadinho-UFMG visando ao controle apropriado sobre o andamento do processamento das amostras.

## 4.3 Etapa 3: Realização dos ensaios ecotoxicológicos com amostras de sedimentos coletadas na Bacia do Rio Paraopeba

### 4.3.1 Coleta de amostras: caracterização físico-química, pontos amostrais e volume amostral

As amostras de sedimentos serão coletadas por equipe definida pelo Comitê Técnico-Científico (CTC) do Projeto Brumadinho-UFMG conforme definido no Plano Amostral de Sedimentos que consta no Anexo III da Chamada Pública Interna Induzida N° 9 de 2019, com acompanhamento da coleta por um membro da equipe proponente, conforme previsto no plano de trabalho do bolsista e no orçamento. A equipe proponente também integra o Subprojeto de Análises Ecotoxicológicas de Água Superficial, sendo assim, os custos destinados para o acompanhamento das coletas como despesas com aluguel de veículos, diárias e combustível foram contemplados no orçamento da proposta referente à Chamada de Análises Ecotoxicológicas de Água Superficial. As campanhas de coleta serão realizadas **semestralmente** durante 12 meses em **12 pontos** distribuídos na Bacia do Rio Paraopeba, Ribeirão Ferro-Carvão e Represa de Retiro Baixo. Sugere-se que as coletas sejam realizadas com um intervalo de seis meses entre ambas, assim contemplando os períodos seco e chuvoso conforme plano amostral. Tais pontos são equivalentes àqueles que serão utilizados para os testes ecotoxicológicos com amostras de água superficial.

Considerando que a caracterização físico-química das amostras coletadas de acordo com os parâmetros de interesse da CONAMA 357 (BRASIL, 2005) e CONAMA 454 (BRASIL, 2012) acrescida de metais e metalóides, é essencial para a interpretação dos



resultados obtidos nos testes de toxicidade, ela deverá ser realizada para as amostras a serem utilizadas nos ensaios de toxicidade anteriormente à exposição dos organismos-teste. Isso será conduzido pela equipe a ser selecionada pela Comissão-Técnica Brumadinho -UFMG de acordo com as Chamadas N<sup>os</sup> 17, 18, 19.

De maneira a viabilizar a realização dos testes de toxicidade aqui propostos, e considerando que a maior parte do rejeito ficou retido nas proximidades da antiga barragem (Córrego do Feijão) (IGAM, 2020), propõe-se que a coleta para análise ecotoxicológica de sedimento seja feita **nos 12 pontos de coleta listados no Quadro 3 e representados na Figura 3**. Logo, ao longo de 12 meses de coleta, serão obtidas **2 amostras de cada ponto**, totalizando 24 amostras para a realização dos testes ecotoxicológicos. A escolha dos pontos de coleta foi feita de acordo com a proximidade dos pontos à antiga barragem, e à sua relevância em relação aos possíveis impactos ambientais e à saúde humana, como, por exemplo, nas proximidades de pontos de captação de água conforme descrito no Plano Amostral que consta no Anexo III da Chamada Interna Induzida N<sup>o</sup> 9 do Edital Brumadinho-UFMG. Dentre os **12** pontos escolhidos, três deles (PB01, PB02 e PB07) representam locais de referência no Rio Paraopeba por se localizarem em local não atingido pelo rompimento da barragem. Os 2 pontos seguintes estão localizados no Córrego Ferro-Carvão (FC2 e FC6), sendo bem próximos à antiga barragem, região que apresenta maior volume de rejeito acumulado. À jusante da barragem, no Rio Paraopeba, foram selecionados 6 pontos (P01, P05, P09, P10, P14, P20) associados a captações de água para abastecimento ou pontos já monitorados por órgãos ambientais. Finalmente, o P24 foi selecionado por se localizar no início da represa de Retiro Baixo. Ressalta-se que esses pontos não são definitivos e estão sujeitos a alteração de acordo com os resultados obtidos nas análises físico-químicas. Caso haja necessidade de alguma alteração, a mesma será previamente discutida com o Comitê Técnico Brumadinho-UFMG e com a equipe que realizará a coleta do material.

A fim de garantir precisão dos resultados obtidos nos ensaios de toxicidade, permitindo a realização de réplicas e contraprovas, o volume amostral a ser coletado para a realização das análises aqui propostas será de 4,5 L por ponto, uma vez que as amostras utilizadas para os testes com *Hyalella* spp. são utilizadas *in natura*, enquanto que para os Teste de Ames é necessário realizar uma etapa prévia de extração e preparação da amostra que será descrita a seguir (Quadro 4). Estão previstas reuniões com a equipe de coleta de sedimentos para os alinhamentos referentes à coleta de amostras.

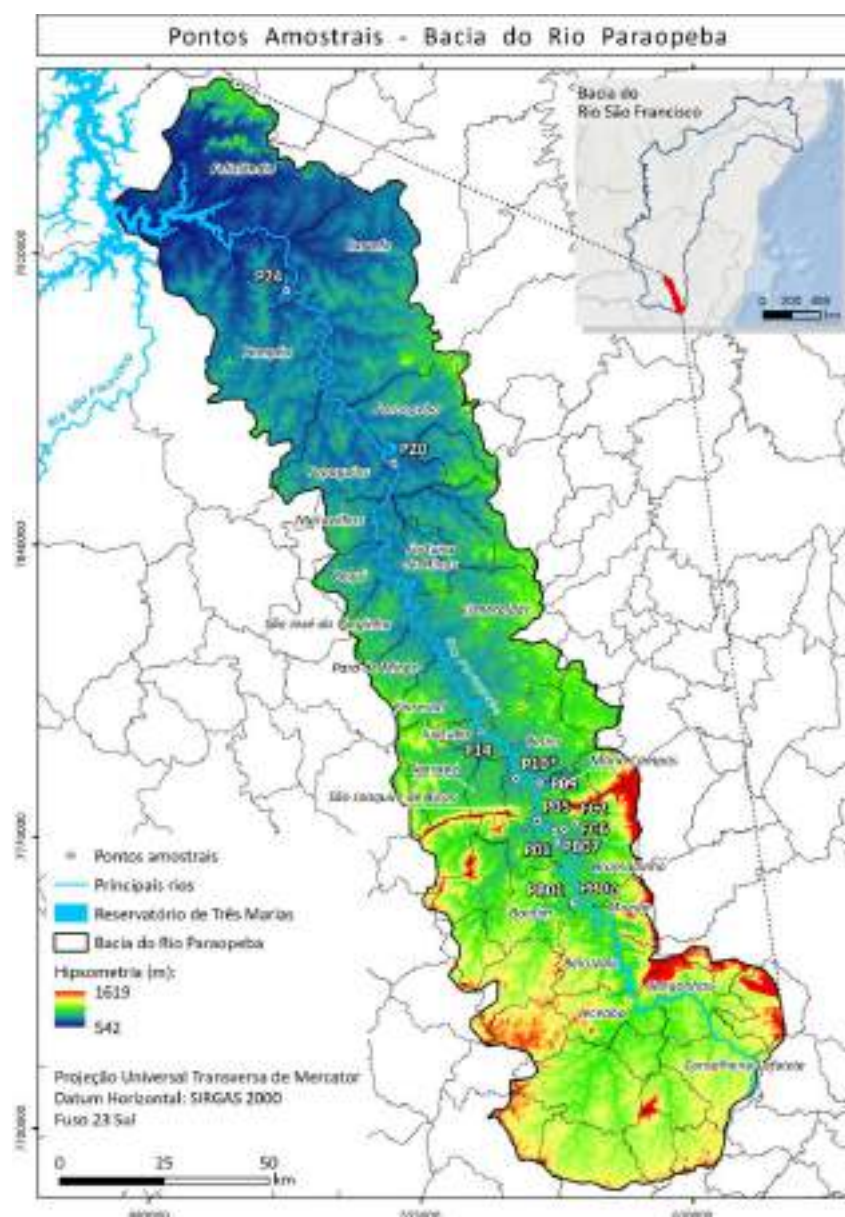


**Quadro 3** – Nome, localização e descrição dos pontos selecionados para a realização de coletas de amostras para testes ecotoxicológicos

N.	Ponto	Latitude	Longitude	Curso d'água	Descrição
1	PB1	7771291,76	587024,46		Antes da confluência com o Macaúbas, próximo a estrada e a uma propriedade
2	PB2	7771566,32	586001,82	Rio	Ponto de controle no rio Macaúbas, na sua confluência com o rio Paraopeba
3	PB7	7777969,59	582490,52	Paraopeba	Coleta as margens da Estrada Pte das Almorreima, em área com remanescente florestal
4	FC2	7772556,84	590959,37	Ribeirão	
5	FC6	7771690,75	589193,72	Ferro-Carvão	Ribeirão Ferro-Carvão e Brumadinho
6	P01	7771291,76	587024,46		Entre a confluência do ribeirão Ferro-Carvão e a área urbana de Brumadinho
7	P05	7773856,04	582951,59		Rio Paraopeba, na área urbana de Brumadinho, antes da captação da COPASA
8	P09	7782998,19	583557,82		Rio Paraopeba, após a confluência com o ribeirão Sarzedo, à jusante da área urbana de Mário Campos, em direção a Colônia Santa Isabel.
9	P10	7784026,33	577773,00	Rio Paraopeba	Coleta na ponte sobre o rio Paraopeba, na BR-383, próximo a São Joaquim de Bicas (ponto coincidente com BP070).
10	P14	7795289,76	569374,64		Rio Paraopeba, sob a ponte da linha férrea, na área urbana de Juatuba, à montante da confluência com o ribeirão Serra Azul
11	P20	7859729,50	548687,40		Papagaios, Paraopeba: Rio Paraopeba logo após a foz do ribeirão São João, em Paraopeba, na captação da COPASA do município de Paraopeba
12	P24	7900979,55	522876,02	Retiro Baixo	Início da represa de Retiro Baixo



**Figura 3** – Representação da localização geográfica dos pontos propostos para coleta de amostras de sedimento visando à realização de ensaios ecotoxicológicos



**Quadro 4** – Volume de sedimento, de cada ponto amostral, necessário para a realização de cada teste ecotoxicológico proposto

Ensaio	ABNT NBR	Volume por ponto de coleta (L)	Forma de utilização da amostra
Toxicidade aguda e crônica com <i>Hyalella</i> spp.	ABNT NBR 15470:2013	1	In natura
Análises de mutagenicidade	OECD 471; ISO 11350:2012	0,5	Após extração química



O armazenamento temporário das amostras no período entre coleta e a retirada para a realização dos testes ecotoxicológicos será realizado no Centro de Referência em Análises Ambientais (CRAA, Química- UFMG) sob refrigeração (<10 °C; por no máximo 48 horas) ou a partir de congelamento (-80 °C, até 60 dias). As amostras serão retiradas do CRAA e transportadas para os laboratórios responsáveis pela execução dos testes ecotoxicológicos na semana da realização dos mesmos onde serão mantidas sob congelamento até a análise. As análises propostas nesse projeto estão previstas para ocorrer nos Laboratórios já existentes nos Departamentos de Engenharia Sanitária e Ambiental (Escola de Engenharia), Análises Clínicas e Toxicológicas (Faculdade de Farmácia) e Zootecnia (Escola de Veterinária), que possuem a estrutura adequada, como biotério, instalações específicas de biossegurança (capelas, barreiras de contenção), equipamentos calibrados necessários à implementação e realização dos ensaios.

#### 4.3.2 Realização dos testes ecotoxicológicos

As análises ecotoxicológicas serão realizadas de acordo com as normas preconizadas (Quadro 5). O número de amostras é referente ao número de pontos por campanha de coleta e o número de réplicas reflete as repetições exigidas por amostra em cada norma para que haja confiabilidade nos resultados obtidos.

**Quadro 5** – Número de amostras por campanha de coleta e réplicas exigidas por amostra para cada ensaio e laboratório responsável

Teste	Organismo teste	Metodologia	Número de amostras	Número de réplicas	Laboratório Responsável
Toxicidade aguda e crônica	<i>Hyalella</i> spp.	ABNT NBR 15470:2013	6	4- 8	Bioensaios/DESA
Análises de mutagenicidade	<i>Salmonella typhimurium</i>	OECD 471; ISSO 11350:2012	6	3	Análises Clínicas e Toxicológicas – ToxLab/ ACT

#### 4.3.3 Análise de toxicidade aguda e crônica com *Hyalella* spp.

O cultivo de *Hyalella* spp. será realizado de acordo com a ABNT NBR 15470:2013. (ABNT, 2013). Os cultivos serão iniciados com jovens com idade entre 7 e 14 dias. Os cultivos serão mantidos na proporção mínima de um adulto para cada 25 mL de água de diluição, sob aeração branda, temperatura de 24°C ± 2°C e fotoperíodo de 12 a 16 h. Anfípodes maduros sexualmente (50 organismos, + 30 dias) serão mantidos em béqueres de vidro de 2 L, contendo 1 L de água de cultivo aerada e gaze de algodão como substrato. Também poderão ser usadas plantas aquáticas (*Elodea* sp. ou *Salvinia* sp.) ou substrato artificial (rede de náilon com malha de 150 a 600 micras). É recomendado que o cultivo seja iniciado com no mínimo 100 organismos, para garantir a variabilidade genética da população. Os cultivos serão mantidos em local limpo,

15





isento de vapores tóxicos e substâncias químicas. A alimentação diária poderá ser constituída por ração de coelho ou ração de peixe, suspensão algácea e alimento composto.

A manutenção semanal dos cultivos será feita com auxílio de pinça e pipeta para transferência do substrato e dos organismos dos recipientes de cultivo para recipientes limpos contendo água de diluição. Os organismos jovens poderão ser usados nos ensaios (sendo transferidos para béquer de 1 L), para o início de novos cultivos ou deverão ser descartados. Caso a mortalidade seja superior a 20%, o cultivo será descartado.

As amostras a serem utilizadas nos testes de toxicidade aguda e crônica com *Hyaella* spp. devem ser preparadas de acordo com a ABNT NBR 15469:2015 (ABNT, 2015) o mais rápido possível após a coleta, para evitar alterações nas suas características físicas, químicas e biológicas. Na impossibilidade da análise imediata (12 h a partir da coleta), as amostras de sedimento, coletadas com frasco ou saco plástico de boca larga (polietileno de alta densidade - PEAD), serão mantidas no escuro e sob refrigeração (<10 °C) e o ensaio iniciado em até 60 dias, a partir da coleta. As amostras não poderão ser congeladas.

Todo o material a ser empregado (no cultivo e nos testes) deverá ser limpo em água corrente e posteriormente em solução de ácido nítrico ou clorídrico (10%) em água corrente. No caso da vidraria, a lavagem procede em água corrente, seguida de lavagem com detergente neutro e água corrente (3 vezes). Na sequência ela deve ser lavada com acetona e água corrente (3 vezes), repousar em solução de ácido nítrico ou clorídrico (10%) por 12 h e passar por lavagem com água destilada e posterior secagem em estufa por 10 h.

Os testes de toxicidade aguda/crônica serão realizados a partir das diferentes amostras de sedimento coletadas dos pontos predeterminados no projeto, a partir da exposição de organismos jovens do anfípode *Hyaella* spp., às amostras de sedimento, durante período de 10 dias, empregando sistema semiestático. A toxicidade será determinada pela letalidade e/ou subletalidade (crescimento) dos organismos teste durante a exposição ao sedimento. Serão utilizados anfípodas jovens com 7 a 14 dias de idade com tamanho homogêneo.

A amostra de sedimento sofrerá homogeneização e será colocada nos recipientes-teste cobertos. Serão adicionados cuidadosamente 100 mL de sedimento (altura aproximada



de 1 a 2 cm) e 175 a 200 mL de água de diluição, evitando-se a ressuspensão do sedimento. Serão preparadas de 4 a 8 réplicas (4-8 recipientes-teste) por amostra e em paralelo, o mesmo procedimento será realizado para o sedimento-controle. Todos os ensaios serão realizados a temperatura de  $24^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , com fotoperíodo de 12 a 16 h, mantidos em repouso por no mínimo 12 h. Serão medidas, duas horas antes da colocação dos anfípodes nos recipientes-teste, as variáveis, oxigênio dissolvido ( $>2,5$  mg/L), pH (7 a 7,6), intensidade luminosa (100 a 1000 lux) e condutividade da água (190 a 250  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

A aeração deve ser mantida 2 cm abaixo da superfície da água para que não ocorra ressuspensão do sedimento. 10 organismos-teste devem ser adicionados em cada recipiente-teste com uso de pipeta ou conta-gotas. Durante o ensaio, 2/3 da água de diluição devem ser renovados a cada 48 - 72 h com alimentação dos organismos nesses momentos. O pH e os níveis de oxigênio dissolvido (OD) da água dos recipientes-teste devem ser monitorados diariamente.

Os anfípodes devem ser separados da amostra com a utilização de tela ou peneira de malha 0,400 mm. Posteriormente, os organismos devem ser contados como vivos/mortos. Caso não seja observado efeito agudo (letal) nos organismos testados, poderemos proceder a avaliação do efeito crônico (subletal), pela medida do crescimento. O crescimento dos organismos será determinado pela massa seca e pela medida do comprimento.

O peso seco médio do anfípode deverá ser determinado no final do período de exposição para cada recipiente-teste com a utilização de balança analítica com carga mínima de 0,00001 g. Os animais devem ser lavados em água destilada (2 vezes) e pesados em recipiente previamente pesado e identificado. Serão colocados em estufa entre 60 e  $90^{\circ}\text{C}$ , durante aproximadamente 24 h. Deixar esfriar em dessecador e pesar até que seja atingido peso constante. Determinar o peso médio de cada recipiente pela diferença entre o recipiente vazio e com organismos.

No término do ensaio, os organismos de cada recipiente-teste, serão preservados em álcool 70%. Realizar a medida dos anfípodes, em cada recipiente-teste, considerando desde a base da antena até a base do urossomo. O comprimento do anfípode será determinado com um analisador digital de imagens acoplado à lupa estereoscópica e computador com programa específico ou outro método adequado. Em nenhuma hipótese serão descartados organismos-teste diretamente no ambiente. Os anfípodes,





que porventura tiverem que ser descartados, servirão de alimento aos peixes mantidos no laboratório. O Quadro 6 traz os detalhes relacionados a esse ensaio.

**Quadro 6** - Organização do ensaio toxicológico agudo/crônico com anfípodos *Hyaletella* spp.

Duração do ensaio	10 dias
Ensaio	semiestático
Controle	Substrato natural ou artificial
Réplicas	4 (mínimo)
Nº. de animais por réplica	10
Total de animais por ensaio para 28 recipientes-teste (Béquer de 300 mL)	280 (controle + 6 amostras)
Total de animais para duas campanhas (6 pontos de coleta para cada campanha + controle = 12 amostras + 2 controles)	280 + 280 = 560
Volume de sedimento (amostra)	100 mL
Volume de água de diluição (reconstituída ou natural)	175-200 mL
Organismo-teste	Animais de 7-14 dias
Temperatura	24°C ± 2°C
Fotoperíodo	12-16 h
Renovação	2/3 da água de diluição a cada 48-72 h
Efeito observado	Mortalidade ou crescimento
Expressão dos resultados	Tóxico ou não tóxico

#### 4.3.4 Análises de mutagenicidade

##### 6.3.9. 2 Teste de mutação reversa em bactérias (Teste de Ames - OECD 471)

A extração da água intersticial do sedimento será realizada com a utilização de um aparelho de Soxhlet. Para tal, 50 g de sedimento seco serão extraídos separadamente a 6 ciclos por hora durante 24 h com acetona ou metanol (Baker, Gross Gerau, FRG). Os extratos serão reduzidos em volume usando um evaporador de rotação (WB 2001; Heidolph, Kehlheim, FRG; 400 mbar, 36-38°C). Os extratos serão concentrados próximo à secura com N<sub>2</sub>, o solvente alterado para dimetilsulfóxido (DMSO) e as amostras serão armazenadas a -20°C para o teste de Ames (HOLLERT al., 2005).

Após o processo de extração, a avaliação da mutagenicidade de amostras de sedimentos será feita de acordo com a ABNT (ISO 11350:2012), a partir da realização do ensaio de mutação de bactérias. Será utilizado o kit de Ensaio de Mutagenicidade Ames MPF™ 98/100 (contendo as linhagens TA98 e TA100 de *S. Typhimurium*) da Xenometrix. A amostra e as culturas bacterianas (TA98 e TA100) serão colocadas em microplacas de 24 poços com meio mínimo e meio de exposição, com e sem metabolização (S9). Após 90 minutos sob agitação a 37°C, o conteúdo das microplacas será transferido para microplacas de 384 poços e incubado por 48 horas a 37°C. Os poços contendo colônias revertentes (que sofreram mutação decorrente da exposição à amostra) se apresentarão



com a cor amarela, visto que o crescimento bacteriano provoca mudança de pH do meio, e os poços restantes cor roxa. O aumento do número de poços amarelos em relação às placas controle representará, então, a presença de compostos mutagênicos na amostra avaliada. As amostras serão filtradas em membrana de polietersulfona (PES) com poro de 0,22 µm (Sterifil) e testadas *in natura*.

Nesse teste, as linhagens bacterianas em suspensão serão expostas a 6 diferentes concentrações de cada amostra (curva dose/resposta) em microplacas de 24 poços contendo também meio mínimo e meio de exposição com traços de histidina. Cada concentração será em triplicata, permitindo a análise estatística dos dados. Após pré-incubação de 90 minutos a 37°C e agitação de 250 rpm, a amostra será diluída adicionando-se o meio indicador de pH. A mistura contendo a amostra, as linhagens (com e sem S9) e os diferentes meios serão transferidos para placas de 384 poços com o auxílio de pipetas multicanal. Em seguida, as amostras serão incubadas em estufa a 37°C e o resultado do teste será lido após 48 horas. As colônias revertentes causarão a redução do pH do meio indicador com mudança da sua coloração para amarelo, permitindo sua identificação. Será feita a contagem dessas colônias e a análise dos resultados. O aumento no número de colônias revertentes após exposição da amostra testada em relação ao controle negativo indica a presença de compostos mutagênicos.

#### **4.4. Etapa 4: Avaliação integrada dos resultados e elaboração de relatórios contendo análise crítica de documentos judiciais**

O relatório parcial será elaborado com os resultados obtidos para cada ensaio ecotoxicológico realizado para as amostras de sedimento.

Ao longo dos 12 meses de execução dos subprojetos pela equipe proponente e por aquelas responsáveis pela caracterização físico-química das amostras e dos ensaios ecotoxicológicos em água superficial, será desenvolvido um relatório final abrangendo a síntese dos resultados do presente subprojeto de maneira integrada àqueles obtidos nos demais em consonância com as normas ambientais vigentes. Além disso, será elaborada uma análise crítica dos trabalhos desenvolvidos sob demanda das ações judiciais (autos 5000121-74.2019.8.13.0054, 5010709-36.2019.8.13.0024, 5026408-67.2019.8.13.0024, 5044954-73.2019.8.13.0024) que tramitam perante o Juízo da 2ª Vara da Fazenda Pública da Comarca de Belo Horizonte, além de outros trabalhos de monitoramento ambiental e estudos científicos disponíveis.



## 5. CRONOGRAMA

Etapas	Mês												Indicador de cumprimento	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1 – Formalização do contrato, contratação dos bolsistas e compras	X													- Contrato assinado; - Bolsistas contratados; - Pedidos de compra realizados
2 – Implementação de método com <i>Hyaella spp.</i> e treinamento dos bolsistas	X	X												- Bolsistas treinados de acordo com Normas ABNT
3 - Reunião com a equipe de coleta de água superficial e sedimentos	X		X											- Definição dos pontos amostrais, volume de amostras e métodos de amostragem e preservação.
4 - Previsão de recebimento das amostras		X				X								- Amostras de período seco e chuvoso nos laboratórios responsáveis pela execução das análises
5 - Realização dos testes ecotoxicológicos				X	X	X	X	X	X	X	X	X		- Resultados dos testes realizados; - Dados Analisados;
6 - Elaboração de relatório parcial				X	X	X	X	X	X	X				- Entrega do Relatório parcial
7 – Elaboração de relatório final										X	X	X		- Entrega do Relatório final;
8 – Entrega e Apresentação de relatório final												X		- Apresentação dos resultados



## 6. DEDICAÇÃO E RESPONSABILIDADES DE CADA PROFESSOR PESQUISADOR

Nome	Dedicação	Atribuição
Carlos Alberto Tagliati	3,5h/semana	<p>Funções como Coordenador:</p> <p>a) Responsabilizar-se pela execução das atividades do Subprojeto,  b) Responsabilizar-se pela alocação de todos os recursos do projeto.  c) Constituir a equipe de execução do Subprojeto  d) Coordenar, orientar e supervisionar a equipe do Subprojeto.  e) Coordenar, orientar e supervisionar a execução de serviços terceiros contratados pelo Subprojeto.  f) Responsabilizar-se pela elaboração de relatórios e apresentação de resultados.  g) Responsabilizar-se pelo atendimento das demandas do Comitê Técnico-Científico do Projeto Brumadinho-UFMG e do Juízo.</p> <p>Funções como pesquisador:</p> <p><b>Etapa 1:</b> acompanhamento do processo de compra de consumíveis e equipamentos.  <b>Etapa 2:</b> treinamento dos alunos envolvidos nos ensaios de mutagenicidade e genotoxicidade  <b>Etapa 3:</b> elaboração e acompanhamento do desenvolvimento dos relatórios parcial e final contendo avaliação integrada dos resultados obtidos em outros subprojetos e análise crítica de documentos judiciais; prestação de contas.</p>
Maria Clara Vieira Martins Starling	2h/semana	<p><b>Etapa 1:</b> comunicação com a agência responsável pela gestão financeira do projeto; supervisão dos processos de compra de consumíveis e equipamentos e andamento da formalização da contratação dos bolsistas;  Comunicação com e supervisão dos diferentes pesquisadores e subgrupos.  <b>Etapa 2:</b> treinamento dos alunos envolvidos nos ensaios de toxicidade aguda com <i>Hyaella</i> spp.  <b>Etapa 3:</b> coordenação e supervisão da realização dos ensaios ecotoxicológicos a serem realizados no DESA; acompanhamento dos testes em realização nos laboratórios dos demais parceiros; compilação dos resultados</p>



Nome	Dedicação	Atribuição
		obtidos por todos os pesquisadores envolvidos. <b>Etapa 4:</b> elaboração e acompanhamento do desenvolvimento dos relatórios parcial e final contendo avaliação integrada dos resultados obtidos em outros subprojetos e análise crítica de documentos judiciais e prestação de contas.
Camila Costa de Amorim Amaral	2h/semana	<b>Etapa 1:</b> acompanhamento do processo de compra de consumíveis e equipamentos. <b>Etapa 2:</b> acompanhamento do treinamento dos alunos envolvidos no ensaio com <i>Hyalella spp.</i> <b>Etapa 3:</b> acompanhamento do andamento das análises ecotoxicológicas. <b>Etapa 4:</b> elaboração e acompanhamento do desenvolvimento dos relatórios parcial e final contendo avaliação integrada dos resultados obtidos em outros subprojetos e análise crítica de documentos judiciais e prestação de contas.
Kleber Campos Miranda Filho	2 h/semana	<b>Etapa 1:</b> auxílio na especificação e compra de materiais (consumíveis e permanentes). <b>Etapa 2:</b> participação no treinamento do bolsista nos ensaios de toxicidade com anfípodas. <b>Etapa 3:</b> suporte na coordenação e execução dos ensaios com <i>Hyalella spp.</i> <b>Etapa 4:</b> revisão de relatórios técnicos parciais e final.

## 7. PLANO DE TRABALHO DOS BOLSISTAS

O prazo de execução das tarefas listadas abaixo para cada bolsista será de 12 meses após a implementação das bolsas.

Nome e nível de Bolsa	Etapa de dedicação	Dedicação semanal	Descrição do trabalho
Bolsista de Doutorado (D1) – João Paulo Silva Lorenzini - PPG em Zootecnia (UFMG)	1 a 4	5h/semana	<b>Etapa 1:</b> auxílio na compra de materiais (consumíveis e permanentes). <b>Etapa 2:</b> implantação e treinamento nos ensaios de toxicidade com <i>Hyalella spp.</i> ; <b>Etapa 3:</b> cultivo de <i>Hyalella spp.</i> em laboratório. Monitoramento das variáveis físico-químicas da água, alimentação, observação de novos indivíduos para a realização dos ensaios de toxicidade. Renovação dos meios. Execução dos ensaios de toxicidade aguda e/ou crônica com sedimento empregando <i>Hyalella spp.</i>



Nome e nível de Bolsa	Etapa de dedicação	Dedicação semanal	Descrição do trabalho
			Preparação das vidrarias (lavagem, colocação das amostras de sedimento e água de diluição). Obtenção das formas jovens para os ensaios. A partir dos reprodutores mantidos em incubadoras. Colocação dos animais nas diferentes amostras e nas respectivas réplicas, posteriormente acomodadas nas incubadoras com controle de fotoperíodo e temperatura. Monitoramento das variáveis físico-químicas dos meios (oxigênio dissolvido, pH, condutividade, intensidade luminosa, etc), alimentação diária dos animais, renovação dos meios a cada dois dias, observação diária dos animais quanto à mortalidade e comportamento. Finalização dos ensaios (10 dias), contabilizando os animais mortos e vivos. Medição e pesagem dos animais. Coleta e planilhamento dos dados obtidos nos ensaios com sedimento. <b>Etapa 4:</b> elaboração de relatórios técnicos parciais.
Bolsista de Pós-Doutorado Júnior (P4) - Beatriz Gasparini Reis	1 a 4	10 h	<b>Etapa 1:</b> auxílio na compra de materiais (consumíveis e permanentes). <b>Etapa 2:</b> implementação da análise e treinamento dos técnicos nos ensaios e preparação de materiais de toxicidade com <i>Hyalella</i> spp.; <b>Etapa 3:</b> Acompanhamento das coletas. Execução dos ensaios de toxicidade aguda e/ou crônica com sedimento empregando <i>Hyalella</i> spp. Colocação dos animais nas diferentes amostras e nas respectivas réplicas, posteriormente acomodadas nas incubadoras com controle de fotoperíodo e temperatura. Finalização dos ensaios (10 dias), contabilizando os animais mortos e vivos. Medição e pesagem dos animais. Coleta e planilhamento dos dados obtidos nos ensaios com sedimento. Interpretação dos resultados dos testes de toxicidade com <i>Hyalella</i> spp. Participação em reuniões e encontros com o grupo de pesquisa envolvido, bem como com outras equipes de projetos do Edital Brumadinho. <b>Etapa 4:</b> elaboração de relatórios técnicos parciais e final.
Técnico mestre (P5)	2 a 4	20	<b>Etapa 2:</b> treinamento nos ensaios e preparação de materiais de toxicidade com <i>Hyalella</i> spp.; Acompanhamento das coletas de amostras de sedimentos; <b>Etapa 3:</b> execução dos ensaios de toxicidade aguda e/ou crônica com sedimento empregando <i>Hyalella</i> spp. Preparação das vidrarias (lavagem, colocação das amostras de sedimento e água de diluição). Obtenção das



Nome e nível de Bolsa	Etapa de dedicação	Dedicação semanal	Descrição do trabalho
			formas jovens para os ensaios. A partir dos reprodutores mantidos em incubadoras. Colocação dos animais nas diferentes amostras e nas respectivas réplicas, posteriormente acomodadas nas incubadoras com controle de fotoperíodo e temperatura. Monitoramento das variáveis físico-químicas dos meios (oxigênio dissolvido, pH, condutividade, intensidade luminosa, etc), alimentação diária dos animais, renovação dos meios a cada dois dias, observação diária dos animais quanto à mortalidade e comportamento. Finalização dos ensaios (10 dias), contabilizando os animais mortos e vivos. Medição e pesagem dos animais. Coleta e planilhamento dos dados obtidos nos ensaios com sedimento. Execução dos testes de toxicidade com <i>Hyalella</i> spp. <b>Etapa 4:</b> elaboração de relatório parcial.
Bolsista de Pós-Doutorado Júnior (P4)	1 a 4	10	<b>Etapa 1:</b> auxílio na compra de materiais (consumíveis e permanentes). <b>Etapa 2:</b> treinamento nos ensaios de mutagenicidade. <b>Etapa 3:</b> execução dos testes de mutagenicidade. Recebimento das amostras, cadastramento e estocagem em local apropriado. Controle e supervisão do uso de EPI no laboratório. Realização dos testes de Ames e análise de resultados. Trabalho em cooperação com o técnico e o bolsista de doutorado, coordenando as demandas e a realização dos experimentos dentro dos prazos estipulados. Interpretação dos resultados obtidos nos testes. Participação em reuniões e encontros com o grupo de pesquisa envolvido, bem como com outras equipes do projeto. <b>Etapa 4:</b> elaboração de relatórios técnicos parciais e final.
Técnico Mestre (P5)	1 a 4	10	<b>Etapa 1:</b> auxílio na compra de materiais (consumíveis e permanentes). <b>Etapa 2:</b> treinamento nos ensaios de mutagenicidade <b>Etapa 3:</b> separação, lavagem e preparo de vidrarias para a realização dos ensaios de mutagenicidade. Cuidar dos suprimentos e cuidados laboratoriais, preparação dos meios de cultura, soluções, além de limpeza de bancadas e cuidados com equipamentos. Execução dos testes de mutagenicidade. <b>Etapa 4:</b> elaboração de relatórios técnicos parciais e final.



Nome e nível de Bolsa	Etapa de dedicação	Dedicação semanal	Descrição do trabalho
Bolsista Estudante de Doutorado (D1)	2 a 4	20	<p><b>Etapa 2:</b> treinamento nos ensaios de mutagenicidade</p> <p><b>Etapa 3:</b> separação, lavagem e preparo de vidrarias para a realização dos ensaios de mutagenicidade. Cuidar dos suprimentos e cuidados laboratoriais, preparação dos meios de cultura, soluções, além de limpeza de bancadas e cuidados com equipamentos. Execução dos testes de mutagenicidade.</p> <p><b>Etapa 4:</b> elaboração de relatórios técnicos parciais e final.</p>
Técnico Mestre (P5)	2 a 4	10	<p><b>Etapa 2:</b> treinamento nos ensaios e preparação de materiais de toxicidade com <i>Hyaella spp.</i>;</p> <p><b>Etapa 3:</b> cultivo de <i>Hyaella spp.</i> Preparação das vidrarias (lavagem, colocação das amostras de sedimento e água de diluição). Obtenção das formas jovens para os ensaios. Colocação dos animais nas diferentes amostras e nas respectivas réplicas, posteriormente acomodadas nas incubadoras com controle de fotoperíodo e temperatura. Monitoramento das variáveis físico-químicas dos meios (oxigênio dissolvido, pH, condutividade, intensidade luminosa, etc), alimentação diária dos animais, renovação dos meios a cada dois dias, observação diária dos animais quanto à mortalidade e comportamento.</p> <p><b>Etapa 4:</b> elaboração de relatório parcial.</p>





## 8. ORÇAMENTO: PLANO DE APLICAÇÃO DOS RECURSOS COM CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO

Ressalta-se que o material permanente e os consumíveis requeridos no orçamento e que será adquirido durante a Etapa 1 do projeto é essencial para a implementação e realização dos ensaios ecotoxicológicos considerando o número de amostras a serem processadas durante a realização do presente projeto.

### MATERIAL DE CONSUMO

ORÇAMENTO DETALHADO E QUADRO DE DESEMBOLSO																	
MATERIAL DE CONSUMO						MESES/DESEMBOLSO											
Nº	Descrição do item	Finalidade/Justificativa	Quant	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Consumíveis a serem utilizado nos ensaios de mutagenicidade: Soxhlet extractor, vidraria (balão volumétrico: 5, 10 e 25 e 1000), CO2 para estufa, N2 para evaporação, microplaca de 384 poços (Corning®), placas de 24 e 96 poços, Mini biorreator Corning®, Tubos de biorreator TPP®, Tube Spin com capacidade de 50 mL, membranas de polietersulfona (PES) com poros de 0,22 µm (Sterifil) e 0,45 µm, meio de cultura (DMEM), antibióticos, soro fetal bovino, água estéril para diluição da amostra, ponteiras, meio indicador de pH, garrafas para cultivo celular, phosphate buffered saline (PBS), reservatórios para reagentes, tubos Falcon, metanol, acetona,	Realização das amostras para testes de mutagenicidade	2	7.300,00	14.600,00	X											



ORÇAMENTO DETALHADO E QUADRO DE DESEMBOLSO																	
MATERIAL DE CONSUMO						MESES/DESEMBOLSO											
Nº	Descrição do item	Finalidade/Justificativa	Quant	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	dimetilsulfóxido, lâminas, lamínulas e caixas para lâminas.																
2	Reagentes padrão analítico e geral, soluções e consumíveis de laboratório para ensaios de <i>Hyalella</i> spp (ác, nítrico, ác. clorídrico, acetona, cloreto de sódio, sulfato de cálcio di-hidratado, cloreto de potássio, bicarbonato de sódio, álcool 70%, Sílica gel azul, etc.; Soluções: armazenamento e limpeza para medidor de pH e condutividade, kits colorimétricos para monitoramento da qualidade da água, escova de limpeza, etc).	Preparação e manutenção de ensaios e do cultivo com <i>Hyalella</i> spp., fixação dos organismos, limpeza e manutenção do material usado no cultivo e ensaios com <i>Hyalella</i> spp.	2	2.190,00	4.380,00	X											
3	Kit de mutagenicidade para Teste de Ames	Realização dos testes de mutagenicidade	4	22.000,00	88.000,00	x											
4	Equipamentos de proteção individual descartáveis (luvas, máscaras, protetor auricular, touca, etc.)	Proteção dos analistas durante as atividades com produtos químicos perigosos e com materiais biológicos	2	3.000,00	6.000,00	X											



ORÇAMENTO DETALHADO E QUADRO DE DESEMBOLSO																	
MATERIAL DE CONSUMO						MESES/DESEMBOLSO											
Nº	Descrição do item	Finalidade/Justificativa	Quant	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	Vidraria laboratorial, material e itens para cultivo e ensaios com <i>Hyalella</i> spp. (dessecador de vidro completo, béqueres para ensaio e cultivo, provetas, vidro relógio, pinças de metal e plástico, contagotas, peneiras granulométricas, rolo de mangueira de silicone, emendas para mangueira, divisores de ar, pedras porosas, pilhas recarregáveis, baterias, membranas para oxímetro, etc.); alimentação e substrato para os organismos (rações, óleo de primula, algas, ração de coelho, ração de peixes, ração de camarão, fermento biológico seco, bioflocos, ramos de planta aquática, tela, gaze, etc.)	Vidraria laboratorial, material e itens para cultivo e ensaios com <i>Hyalella</i> spp., alimentação dos organismos	2	5.450,00	10.900,00	X											
<b>SUB-TOTAL MATERIAL DE CONSUMO</b>					<b>123.880,00</b>												



## MATERIAL PERMANENTE

MATERIAL PERMANENTE						MESES/DESEMBOLSO											
Nº	Descrição do item	Finalidade/Justificativa	Quant.	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Ar condicionado Split Hi Wall 9000Btus frio e 12000 Btus 220v	Climatização de sala para Teste de Ames (mutagenicidade)	1	2.000,00	2.000,00	X											
2	Balança analítica (precisão 0,00001)	Pesagem de reagentes para cultivo e ensaios com <i>Hyalella azteca</i>	1	14.000,00	14.000,00	X											
3	Incubadora de DBO, com controle de temperatura e fotoperíodo, capacidade de 340 L, 110v, Modelo: CE-300/350-FA - Marca: CIENLAB	Incubadora para manter o ambiente controlado para o cultivo e realização dos ensaios de toxicidade com <i>Hyalella spp</i>	1	4.700,00	4.700,00	X											
4	Medidor portátil de pH, condutividade, TDS e temperatura (HEXIS modelo HX 0001-05458)	Monitoramento da qualidade da água de cultivo e ensaios com <i>Hyalella spp.</i>	1	3.328,20	3.328,20	X											
5	Oxímetro marca YSI (medição em mg/L, % de saturação e temperatura)	Monitoramento da qualidade da água de cultivo e ensaios com <i>Hyalella spp.</i>	1	13.000,00	13.000,00	X											
6	Manta Aquecedora Para Balão	Extração das amostras de sedimentos para Teste de Ames	2	700,00	1.400,00	X											
<b>SUB-TOTAL MATERIAL PERMANENTE</b>					<b>40.458,00</b>												



## BOLSAS

BOLSAS						MESES/DESEMBOLSO											
Nº	Categoria	Nome	Carga Horária semanal	Valor da Bolsa	Valor total (R\$)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Professor pesquisador (P2)	Carlos Alberto Tagliati	4	4.100,88	56.240,64	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Professor pesquisador (P2)	Maria Clara Vieira Martins Starling	2	R\$2.343,36	28.120,32	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Professor pesquisador (P2)	Camila Costa de Amorim Amaral	2	2.343,36	28.120,32	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Professor pesquisador (P2)	Kleber Campos Miranda Filho	2	2.343,36	28.120,32	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Pós-Doutorado Júnior (P4)	a ser selecionado	10	2.096,69	25.160,25	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Pós-Doutorado Júnior (P4)	Beatriz Gasparini Reis	10	2.096,69	25.160,25	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Técnico Mestre (P5)	a ser selecionado	20	3.946,71	47.360,52	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Técnico Mestre (P5)	a ser selecionado	10	1.973,36	23.680,26	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9	Bolsista Estudante de Doutorado (D1)	João Paulo Silva Lorenzini	5	1.578,70	18.944,40	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10	Bolsista Estudante de Doutorado (D1)	a ser selecionado	20	6.314,74	75.776,88	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
11	Técnico Mestre (P5)	a ser selecionado	10	1.973,36	23.680,26	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>SUB-TOTAL BOLSAS</b>					<b>R\$380.365,20</b>												
<b>SUB-TOTAL GERAL</b>					<b>R\$544.703,40</b>												
<b>TAXAS RESOLUÇÃO 10/95 - UNIDADE (10%)</b>					<b>R\$61.898,11</b>												
<b>TAXAS RESOLUÇÃO 10/95 - UFMG (2%)</b>					<b>R\$12.379,62</b>												
<b>TOTAL GERAL</b>					<b>R\$ 618.981,14</b>												





## 9. REFERÊNCIAS

ABNT. **ABNT NBR 15411-3:2012: Ecotoxicologia aquática — Determinação do efeito inibitório de amostras aquosas sobre a emissão da bioluminescência de *Vibrio fischeri* (ensaio de bactéria luminescente) Parte 3: Método utilizando bactérias liofilizadas**, Brasil, 2012.

ABNT. **ABNT 15470:2013 - Ecotoxicologia aquática — Toxicidade aguda e crônica — Método de ensaio com *Hyalella* spp (Amphipoda) em sedimentos**, Brasil, 2013.

ABNT. **ABNT NBR 15469:2015: Ecotoxicologia - Coleta, preservação e preparo de amostras**, Brasil, 2015.

ADAMS, S. M.; GREELEY, M. S. Ecotoxicological indicators of water quality: Using multi-response indicators to assess the health of aquatic ecosystems. **Water, Air, and Soil Pollution**, v. 123, n. 1–4, p. 103–115, 2000.

BRASIL. Resolução n 357, 18 de março de 2005. n. 053, p. 58–63, 2005.

BRASIL. Resolução N<sup>o</sup> 454, De 01 De Novembro De 2012. p. 17, 2012.

CCME. Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life: Summary tables. **Canadian Council of Ministers of the Environment**, p. 5, 2001.

CETESB. Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo | Apêndice D - Índices de Qualidade das Águas. **Relatório Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo**, Apêndice D, p. 31, 2016a.

CETESB. Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo - Apêndice E - Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem. **Relatório de Qualidade das Águas Superficiais do Estado de São Paulo**, Apêndice E, n. Série Relatórios, p. 52, 2016b.

CETESB. **Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo**. São Paulo, SP.: Governo do Estados de São Paulo, Secretária do Meio Ambiente, 2017.

ESTEVES, F. DE A. **Fundamentos de Limnologia**. 3. ed. [s.l.] Editora Interciência, 2011.

FERREIRA, H. L. M. et al. **Ambientes Aquáticos em Minas Gerais**. [s.l: s.n.].



Hollert, H., Dürr, M.; Holtey-Weber, R., Islinger, M., Brack, W., Färber, H., Erdinger, L., Braunbeck, T. Endocrine Disruption of Water and Sediment Extracts in a Non-Radioactive Dot blot/RNase Protection-Assay Using Isolated Hepatocytes of Rainbow Trout. *Environ Sci Pollut Res Int* . 2005;12(6):347-60.

IBAMA. Rompimento da Barragem de Rejeito do Fundão - Mariana/MG. **Ministério do Meio Ambiente**, v. 8, p. 1–19, 2015.

IGAM. **Avaliação Da Qualidade Da Água E Sedimentos Do Rio Paraopeba**. Belo Horizonte: [s.n.].

MAGALHÃES, D. DE P.; FERRÃO-FILHO, A. DA S. a Ecotoxicologia Como Ferramenta No Biomonitoramento De Ecossistemas Aquáticos. **Oecologia Australis**, v. 12, n. 03, p. 355–381, 2008.

MARTINEZ-HARO, M. et al. A review on the ecological quality status assessment in aquatic systems using community based indicators and ecotoxicological tools: What might be the added value of their combination? **Ecological Indicators**, v. 48, p. 8–16, 2015.

MATOS, M. DE F. **A Ecotoxicologia como ferramenta para o monitoramento e perícia ambiental em áreas de mineração**. [s.l.] UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais, 2019.

OECD. OECD GUIDELINE FOR THE TESTING OF CHEMICALS: 471, Bacterial Reverse Mutation Test. **Organisation for Economic Co-operation and Development publishing**, n. July, p. 11, 1997.

SEGURA, F. R. et al. Potential risks of the residue from Samarco's mine dam burst (Bento Rodrigues, Brazil). **Environmental Pollution**, v. 218, p. 813–825, 2016.

SERRANO, A. F. et al. Geomorfológicos Impactados Pelo Rompimento Da Barragem De Fundão Em Mariana ( Mg ) Toxicity of Distinct Geomorphic Compartments Impacted By the Breaking of the Fundão Dam in Mariana ( Mg ). p. 1–5, 2018.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia**. 1. ed. [s.l.] Oficina de Textos, 2008.

WERNERSSON, A. S. et al. The European technical report on aquatic effect-based monitoring tools under the water framework directive. **Environmental Sciences Europe**, v. 27, n. 1, p. 1–11, 2015.





ZARCO-FERNÁNDEZ, S.; GARCÍA-GARCÍA, A.; SANZ-LANDALUZE, J.;  
PECHEYRAN, C; MUÑOZ-OLIVAS; R. In vivo bioconcentration of a metal mixture  
by Danio rerio Eleutheroembryos. **Chemosphere**, v. 196, p. 87-94, 2018.



**TERMO DE COMPROMISSO ÉTICO E DE CONFIDENCIALIDADE**

**BEATRIZ GASPARINI REIS, MG-13.829-670, CPF 090.212.656-30, Técnico Pesquisador, CHAMADA PÚBLICA INTERNA INDUZIDA No. 20/2020 ANÁLISES ECOTOXICOLÓGICAS EM SEDIMENTOS**, declara e se compromete:

- a) a manter sigilo, tanto escrito como verbal, ou, por qualquer outra forma, de todos os dados, informações científicas e técnicas e, sobre todos os materiais obtidos com sua participação no **SUBPROJETO** ou no **PROJETO DE AVALIAÇÃO DE PÓS DESASTRE**;
- b) a não revelar, reproduzir, utilizar ou dar conhecimento, em hipótese alguma, a terceiros, de dados, informações científicas ou materiais obtidos com sua participação no **SUBPROJETO** ou no **PROJETO DE AVALIAÇÃO DE PÓS DESASTRE**, sem a prévia autorização;
- d) que todos os documentos, inclusive as ideias para no **SUBPROJETO** ou no **PROJETO DE AVALIAÇÃO DE PÓS DESASTRE**, contendo dados e informações relativas a qualquer pesquisa são de propriedade da UFMG;
- e) que todos os materiais, sejam modelos, protótipos e/ou outros de qualquer natureza utilizados no **SUBPROJETO** ou no **PROJETO DE AVALIAÇÃO DE PÓS DESASTRE** pertencem à UFMG.

O declarante tem ciência de que as atividades desenvolvidas serão utilizadas em ações judiciais movidas pelo MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS e pelo ESTADO DE MINAS GERAIS, representado pela Advocacia Geral do Estado - AGE, estando também habilitados no polo ativo dos processos, como *amici curiae*, o MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL, DEFENSORIA PÚBLICA DO ESTADO DE MINAS GERAIS, DEFENSORIA PÚBLICA DA UNIÃO EM MINAS GERAIS e a ADVOCACIA GERAL DA UNIÃO – AGU, contra a VALE S. A. (autos 5000121-74.2019.8.13.0054, 5010709-36.2019.8.13.0024, 5026408-67.2019.8.13.0024, 5044954-73.2019.8.13.0024) que tramitam perante o Juízo da 2ª. da Fazenda Pública da Comarca de Belo Horizonte.

O declarante presta compromisso de imparcialidade no desenvolvimento de suas atividades, empregando toda sua diligência como impõe o art. 157, do CPC, declarando expressamente que:

- a) **NÃO** É cônjuge, companheiro ou parente em linha reta, ou colateral até o terceiro grau, de membros do Comitê Técnico-Científico do **Projeto Brumadinho-UFMG**;
- b) **NÃO** figura como parte ou *amici curiae* nos processos indicados **acima**, ou em processos movidos contra quaisquer das partes ou *amici curiae* nos processos indicados **acima**, relacionados com o rompimento da Barragem da Mina “Córrego do Feijão”;
- c) **NÃO** interveio como mandatário ou auxiliar de qualquer natureza de quaisquer das partes ou *amici curiae* indicadas **acima**, em atos relacionados com o rompimento da Barragem da

Mina "Córrego do Feijão", ou oficiou como perito ou prestou depoimento como testemunha neste caso;

- d) NÃO É cônjuge ou companheiro, ou qualquer parente, consanguíneo ou afim, em linha reta ou colateral, até o terceiro grau, inclusive, de qualquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**, do Juízo e de membros do Comitê Técnico-Científico do **Projeto Brumadinho-UFMG**;
- e) NÃO formulou pedidos relacionados com o rompimento da Barragem da Mina "Córrego do Feijão" a quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**, em juízo ou fora dele; ou ainda, seja cônjuge ou companheiro, ou parente, consanguíneo ou afim, em linha reta ou colateral, até o terceiro grau, de quem tenha formulado pedidos relacionados com o rompimento da Barragem da Mina "Córrego do Feijão" a quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**, em juízo ou fora dele;
- f) NÃO É sócio ou membro de direção ou de administração de quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**;
- g) NÃO É herdeiro presuntivo, donatário ou empregador de quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**;
- h) NÃO É empregado ou tenha qualquer relação de subordinação ou dependência com quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**;
- i) NÃO prestou serviços relacionados com o rompimento da Barragem da Mina "Córrego do Feijão" a quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**;
- j) NÃO É cônjuge, companheiro ou parente, consanguíneo ou afim, em linha reta ou colateral, até o terceiro grau, inclusive, de advogados ou representantes das partes ou *amici curiae* descritos **acima**;
- k) NÃO tem em curso a ação contra quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**, ou seu advogado;
- l) NÃO É amigo íntimo ou inimigo de quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**, bem como de seus advogados;
- m) NÃO recebeu presentes de pessoas que tiverem interesse na causa antes ou depois de iniciado o processo, que aconselhar alguma das partes ou *amici curiae* descritos **acima** acerca do objeto da causa ou que subministrar meios para atender às despesas do litígio;



- n) NÃO TEM como credor ou devedor, de seu cônjuge ou companheiro ou de parentes destes, em linha reta até o terceiro grau, inclusive, quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**;
- o) NÃO TEM interesse direto no julgamento dos processos em favor de quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**.

O presente Termo tem natureza irrevogável e irretratável, e o seu não cumprimento acarretará todos os efeitos de ordem penal, civil e administrativa contra seus transgressores.

BELO HORIZONTE, *18 de junho de 2020*



---

BEATRIZ GASPARINI REIS



## TERMO DE COMPROMISSO ÉTICO E DE CONFIDENCIALIDADE

**BEATRIZ GASPARINI REIS, MG-13.829-670, CPF 090.212.656-30, CHAMADA PÚBLICA INTERNA INDUZIDA No. 20/2020 ANÁLISES ECOTOXICOLÓGICAS EM SEDIMENTOS,** declara e se compromete:

- a) a manter sigilo, tanto escrito como verbal, ou, por qualquer outra forma, de todos os dados, informações científicas e técnicas e, sobre todos os materiais obtidos com sua participação no **SUBPROJETO** ou no **PROJETO DE AVALIAÇÃO DE PÓS DESASTRE**;
- b) a não revelar, reproduzir, utilizar ou dar conhecimento, em hipótese alguma, a terceiros, de dados, informações científicas ou materiais obtidos com sua participação no **SUBPROJETO** ou no **PROJETO DE AVALIAÇÃO DE PÓS DESASTRE**, sem a prévia autorização;
- d) que todos os documentos, inclusive as ideias para no **SUBPROJETO** ou no **PROJETO DE AVALIAÇÃO DE PÓS DESASTRE**, contendo dados e informações relativas a qualquer pesquisa são de propriedade da UFMG;
- e) que todos os materiais, sejam modelos, protótipos e/ou outros de qualquer natureza utilizados no **SUBPROJETO** ou no **PROJETO DE AVALIAÇÃO DE PÓS DESASTRE** pertencem à UFMG.

O declarante tem ciência de que as atividades desenvolvidas serão utilizadas em ações judiciais movidas pelo MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS e pelo ESTADO DE MINAS GERAIS, representado pela Advocacia Geral do Estado - AGE, estando também habilitados no polo ativo dos processos, como *amici curiae*, o MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL, DEFENSORIA PUBLICA DO ESTADO DE MINAS GERAIS, DEFENSORIA PUBLICA DA UNIÃO EM MINAS GERAIS e a ADVOCACIA GERAL DA UNIÃO – AGU, contra a VALE S. A. (autos 5000121-74.2019.8.13.0054, 5010709-36.2019.8.13.0024, 5026408-67.2019.8.13.0024, 5044954-73.2019.8.13.0024) que tramitam perante o Juízo da 2ª. da Fazenda Pública da Comarca de Belo Horizonte.

O declarante presta compromisso de imparcialidade no desenvolvimento de suas atividades, empregando toda sua diligência como impõe o art. 157, do CPC, declarando expressamente que:

- a) NÃO É cônjuge, companheiro ou parente em linha reta, ou colateral até o terceiro grau, de membros do Comitê Técnico-Científico do **Projeto Brumadinho-UFMG**;
- b) NÃO figura como parte ou *amici curiae* nos processos indicados **acima**, ou em processos movidos contra quaisquer das partes ou *amici curiae* nos processos indicados **acima**, relacionados com o rompimento da Barragem da Mina “Córrego do Feijão”;



- c) NÃO interveio como mandatário ou auxiliar de qualquer natureza de quaisquer das partes ou *amici curiae* indicadas **acima**, em atos relacionados com o rompimento da Barragem da Mina “Córrego do Feijão”, ou oficiou como perito ou prestou depoimento como testemunha neste caso;
- d) NÃO É cônjuge ou companheiro, ou qualquer parente, consanguíneo ou afim, em linha reta ou colateral, até o terceiro grau, inclusive, de qualquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**, do Juízo e de membros do Comitê Técnico-Científico do **Projeto Brumadinho-UFMG**;
- e) NÃO formulou pedidos relacionados com o rompimento da Barragem da Mina “Córrego do Feijão” a quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**, em juízo ou fora dele; ou ainda, seja cônjuge ou companheiro, ou parente, consanguíneo ou afim, em linha reta ou colateral, até o terceiro grau, de quem tenha formulado pedidos relacionados com o rompimento da Barragem da Mina “Córrego do Feijão” a quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**, em juízo ou fora dele;
- f) NÃO É sócio ou membro de direção ou de administração de quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**;
- g) NÃO É herdeiro presuntivo, donatário ou empregador de quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**;
- h) NÃO É empregado ou tenha qualquer relação de subordinação ou dependência com quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**;
- i) NÃO prestou serviços relacionados com o rompimento da Barragem da Mina “Córrego do Feijão” a quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**;
- j) NÃO É cônjuge, companheiro ou parente, consanguíneo ou afim, em linha reta ou colateral, até o terceiro grau, inclusive, de advogados ou representantes das partes ou *amici curiae* descritos **acima**;
- k) NÃO tem em curso a ação contra quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**, ou seu advogado;
- l) NÃO É amigo íntimo ou inimigo de quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**, bem como de seus advogados;
- m) NÃO recebeu presentes de pessoas que tiverem interesse na causa antes ou depois de iniciado o processo, que aconselhar alguma das partes ou *amici curiae* descritos **acima** acerca do objeto da causa ou que subministrar meios para atender às despesas do litígio;



- n) NÃO TEM como credor ou devedor, de seu cônjuge ou companheiro ou de parentes destes, em linha reta até o terceiro grau, inclusive, quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**;
- o) NÃO TEM interesse direto no julgamento dos processos em favor de quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**.

O presente Termo tem natureza irrevogável e irretratável, e o seu não cumprimento acarretará todos os efeitos de ordem penal, civil e administrativa contra seus transgressores.

BELO HORIZONTE, *18 de junho de 2020*



---

BEATRIZ GASPARINI REIS



## TERMO DE COMPROMISSO ÉTICO E DE CONFIDENCIALIDADE

**CARLOS ALBERTO TAGLIATI, MG-2.877.707, CPF 765.657.936-20**, Professor pesquisador **CHAMADA PÚBLICA INTERNA INDUZIDA No. 20/2020 ANÁLISES ECOTOXICOLÓGICAS EM SEDIMENTOS**, declara e se compromete:

a) a manter sigilo, tanto escrito como verbal, ou, por qualquer outra forma, de todos os dados, informações científicas e técnicas e, sobre todos os materiais obtidos com sua participação no **SUBPROJETO** ou no **PROJETO DE AVALIAÇÃO DE PÓS DESASTRE**;

b) a não revelar, reproduzir, utilizar ou dar conhecimento, em hipótese alguma, a terceiros, de dados, informações científicas ou materiais obtidos com sua participação no **SUBPROJETO** ou no **PROJETO DE AVALIAÇÃO DE PÓS DESASTRE**, sem a prévia autorização;

d) que todos os documentos, inclusive as ideias para no **SUBPROJETO** ou no **PROJETO DE AVALIAÇÃO DE PÓS DESASTRE**, contendo dados e informações relativas a qualquer pesquisa são de propriedade da UFMG;

e) que todos os materiais, sejam modelos, protótipos e/ou outros de qualquer natureza utilizados no **SUBPROJETO** ou no **PROJETO DE AVALIAÇÃO DE PÓS DESASTRE** pertencem à UFMG.

O declarante tem ciência de que as atividades desenvolvidas serão utilizadas em ações judiciais movidas pelo MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS e pelo ESTADO DE MINAS GERAIS, representado pela Advocacia Geral do Estado - AGE, estando também habilitados no polo ativo dos processos, como *amici curiae*, o MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL, DEFENSORIA PÚBLICA DO ESTADO DE MINAS GERAIS, DEFENSORIA PÚBLICA DA UNIÃO EM MINAS GERAIS e a ADVOCACIA GERAL DA UNIÃO – AGU, contra a VALE S. A. (autos 5000121-74.2019.8.13.0054, 5010709-36.2019.8.13.0024, 5026408-67.2019.8.13.0024, 5044954-73.2019.8.13.0024) que tramitam perante o Juízo da 2ª. da Fazenda Pública da Comarca de Belo Horizonte.

O declarante presta compromisso de imparcialidade no desenvolvimento de suas atividades, empregando toda sua diligência como impõe o art. 157, do CPC, declarando expressamente que:

a) NÃO É cônjuge, companheiro ou parente em linha reta, ou colateral até o terceiro grau, de membros do Comitê Técnico-Científico do **Projeto Brumadinho-UFMG**;

b) NÃO figura como parte ou *amici curiae* nos processos indicados *acima*, ou em processos movidos contra quaisquer das partes ou *amici curiae* nos processos indicados *acima*, relacionados com o rompimento da Barragem da Mina "Córrego do Feijão";






- c) NÃO interveio como mandatário ou auxiliar de qualquer natureza de quaisquer das partes ou *amici curiae* indicadas **acima**, em atos relacionados com o rompimento da Barragem da Mina “Córrego do Feijão”, ou oficiou como perito ou prestou depoimento como testemunha neste caso;
- d) NÃO É cônjuge ou companheiro, ou qualquer parente, consanguíneo ou afim, em linha reta ou colateral, até o terceiro grau, inclusive, de qualquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**, do Juízo e de membros do Comitê Técnico-Científico do **Projeto Brumadinho-UFMG**;
- e) NÃO formulou pedidos relacionados com o rompimento da Barragem da Mina “Córrego do Feijão” a quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**, em juízo ou fora dele; ou ainda, seja cônjuge ou companheiro, ou parente, consanguíneo ou afim, em linha reta ou colateral, até o terceiro grau, de quem tenha formulado pedidos relacionados com o rompimento da Barragem da Mina “Córrego do Feijão” a quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**, em juízo ou fora dele;
- f) NÃO É sócio ou membro de direção ou de administração de quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**;
- g) NÃO É herdeiro presuntivo, donatário ou empregador de quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**;
- h) NÃO É empregado ou tenha qualquer relação de subordinação ou dependência com quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**;
- i) NÃO prestou serviços relacionados com o rompimento da Barragem da Mina “Córrego do Feijão” a quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**;
- j) NÃO É cônjuge, companheiro ou parente, consanguíneo ou afim, em linha reta ou colateral, até o terceiro grau, inclusive, de advogados ou representantes das partes ou *amici curiae* descritos **acima**;
- k) NÃO tem em curso a ação contra quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**, ou seu advogado;
- l) NÃO É amigo íntimo ou inimigo de quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**, bem como de seus advogados;
- m) NÃO recebeu presentes de pessoas que tiverem interesse na causa antes ou depois de iniciado o processo, que aconselhar alguma das partes ou *amici curiae* descritos **acima** acerca do objeto da causa ou que subministrar meios para atender às despesas do litígio;



- n) NÃO TEM como credor ou devedor, de seu cônjuge ou companheiro ou de parentes destes, em linha reta até o terceiro grau, inclusive, quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**;
- o) NÃO TEM interesse direto no julgamento dos processos em favor de quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**.

O presente Termo tem natureza irrevogável e irretratável, e o seu não cumprimento acarretará todos os efeitos de ordem penal, civil e administrativa contra seus transgressores.

BELO HORIZONTE, 21 de junho de 2020



---

CARLOS ALBERTO TAGLIATI



## TERMO DE COMPROMISSO ÉTICO E DE CONFIDENCIALIDADE

**CARLOS ALBERTO TAGLIATI, MG-2.877.707, CPF 765.657.936-20, CHAMADA PÚBLICA INTERNA INDUZIDA No. 20/2020 ANÁLISES ECOTOXICOLÓGICAS EM SEDIMENTOS,** declara e se compromete:

- a) a manter sigilo, tanto escrito como verbal, ou, por qualquer outra forma, de todos os dados, informações científicas e técnicas e, sobre todos os materiais obtidos com sua participação no **SUBPROJETO** ou no **PROJETO DE AVALIAÇÃO DE PÓS DESASTRE**;
- b) a não revelar, reproduzir, utilizar ou dar conhecimento, em hipótese alguma, a terceiros, de dados, informações científicas ou materiais obtidos com sua participação no **SUBPROJETO** ou no **PROJETO DE AVALIAÇÃO DE PÓS DESASTRE**, sem a prévia autorização;
- d) que todos os documentos, inclusive as ideias para no **SUBPROJETO** ou no **PROJETO DE AVALIAÇÃO DE PÓS DESASTRE**, contendo dados e informações relativas a qualquer pesquisa são de propriedade da UFMG;
- e) que todos os materiais, sejam modelos, protótipos e/ou outros de qualquer natureza utilizados no **SUBPROJETO** ou no **PROJETO DE AVALIAÇÃO DE PÓS DESASTRE** pertencem à UFMG.

O declarante tem ciência de que as atividades desenvolvidas serão utilizadas em ações judiciais movidas pelo MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS e pelo ESTADO DE MINAS GERAIS, representado pela Advocacia Geral do Estado - AGE, estando também habilitados no polo ativo dos processos, como *amici curiae*, o MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL, DEFENSORIA PUBLICA DO ESTADO DE MINAS GERAIS, DEFENSORIA PUBLICA DA UNIÃO EM MINAS GERAIS e a ADVOCACIA GERAL DA UNIÃO – AGU, contra a VALE S. A. (autos 5000121-74.2019.8.13.0054, 5010709-36.2019.8.13.0024, 5026408-67.2019.8.13.0024, 5044954-73.2019.8.13.0024) que tramitam perante o Juízo da 2ª. da Fazenda Pública da Comarca de Belo Horizonte.

O declarante presta compromisso de imparcialidade no desenvolvimento de suas atividades, empregando toda sua diligência como impõe o art. 157, do CPC, declarando expressamente que:

- a) NÃO É cônjuge, companheiro ou parente em linha reta, ou colateral até o terceiro grau, de membros do Comitê Técnico-Científico do **Projeto Brumadinho-UFMG**;
- b) NÃO figura como parte ou *amici curiae* nos processos indicados *acima*, ou em processos movidos contra quaisquer das partes ou *amici curiae* nos processos indicados *acima*, relacionados com o rompimento da Barragem da Mina “Córrego do Feijão”;



- c) NÃO interveio como mandatário ou auxiliar de qualquer natureza de quaisquer das partes ou *amici curiae* indicadas **acima**, em atos relacionados com o rompimento da Barragem da Mina “Córrego do Feijão”, ou oficiou como perito ou prestou depoimento como testemunha neste caso;
- d) NÃO É cônjuge ou companheiro, ou qualquer parente, consanguíneo ou afim, em linha reta ou colateral, até o terceiro grau, inclusive, de qualquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**, do Juízo e de membros do Comitê Técnico-Científico do **Projeto Brumadinho-UFMG**;
- e) NÃO formulou pedidos relacionados com o rompimento da Barragem da Mina “Córrego do Feijão” a quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**, em juízo ou fora dele; ou ainda, seja cônjuge ou companheiro, ou parente, consanguíneo ou afim, em linha reta ou colateral, até o terceiro grau, de quem tenha formulado pedidos relacionados com o rompimento da Barragem da Mina “Córrego do Feijão” a quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**, em juízo ou fora dele;
- f) NÃO É sócio ou membro de direção ou de administração de quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**;
- g) NÃO É herdeiro presuntivo, donatário ou empregador de quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**;
- h) NÃO É empregado ou tenha qualquer relação de subordinação ou dependência com quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**;
- i) NÃO prestou serviços relacionados com o rompimento da Barragem da Mina “Córrego do Feijão” a quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**;
- j) NÃO É cônjuge, companheiro ou parente, consanguíneo ou afim, em linha reta ou colateral, até o terceiro grau, inclusive, de advogados ou representantes das partes ou *amici curiae* descritos **acima**;
- k) NÃO tem em curso a ação contra quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**, ou seu advogado;
- l) NÃO É amigo íntimo ou inimigo de quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos **acima**, bem como de seus advogados;
- m) NÃO recebeu presentes de pessoas que tiverem interesse na causa antes ou depois de iniciado o processo, que aconselhar alguma das partes ou *amici curiae* descritos **acima** acerca do objeto da causa ou que subministrar meios para atender às despesas do litígio;

