

peixes para a dosagem de metais e para análise histopatológica. Ainda, a avaliação dos parâmetros biométricos dos animais é importante para a estimativa de bioacumulação de metais, uma vez que essa pode ter correlação com o tamanho e peso dos animais (Meena et. al., 2018; Avigliano et. al., 2019; Day et. al., 2020).

Apesar de os metais pesados poderem comprometer a saúde de populações naturais de peixes, a relação de causalidade entre a exposição a um dado metal e a *causa mortis* de peixes em ambientes naturais é ainda um desafio. Embora as análises histopatológicas possam indicar a natureza e gravidade das alterações nos órgãos, a etiologia do problema pode não ser alcançada. Assim, o diagnóstico diferencial para as doenças infecciosas, causadas por vírus, bactérias e fungos, podem também estarem associadas ou serem causadoras das lesões viscerais observadas. Em peixes de água doce de vida livre diversas doenças já foram registradas, por meio da detecção de agentes infecciosos em tecidos dos animais (Figueiredo et. al., 2008; Figueiredo et. al., 2010). Essas detecções podem ou não ser acompanhadas de sinais clínicos e muitas vezes infecções subclínicas também podem causar impacto nessas populações de peixes (Craft, 2015). Assim, para o monitoramento da saúde de populações naturais de peixes em áreas potencialmente comprometidas por contaminação química também deve ser considerado o diagnóstico diferencial para as doenças infecciosas que possam ocorrer nessas populações.

Além do potencial de dano à ictiofauna pela presença de metais pesados na água e sedimentos de corpos de água, os peixes submetidos a esses contaminantes podem se apresentar como um risco para o consumo humano. Assim, a coleta de espécimes da ictiofauna podem ser úteis para a determinação da segurança alimentar do pescado obtido de determinado corpo de água, considerando ainda que a bioacumulação de metais pesados nos peixes pode apresentar dinâmicas diferentes de acordo com a espécie animal e tempo de exposição ao contaminante (Meena et. al., 2018). No Brasil há regulamentação para os níveis aceitáveis de contaminação de pescado por metais pesados, estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa, 2013) e pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2018)



3. OBJETIVOS*

3.1. OBJETIVO GERAL

- Realizar a confecção de um plano amostral e a partir deste realizar a captura de exemplares da ictiofauna na bacia do Rio Paraopeba, seguido da coleta e preservação de amostras de tecidos alvo, para futuras análises patológicas e toxicológicas.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Confeccionar um plano amostral para o estudo proposto, a ser aprovado pelo Comitê Técnico Científico (CTC) do Projeto Brumadinho-UFMG, compreendendo o trecho do rio Paraopeba a jusante do Córrego Ferro-Carvão, até o trecho da Usina de Retiro Baixo.
- Realizar a captura de exemplares da ictiofauna de quatro pontos geográficos da área de estudo procedendo a sua classificação taxonômica (gênero ou espécie) e biometria.
- Proceder a necropsia dos animais, para a coleta dos órgãos (brânquias, rim, fígado, coração, intestino, estômago, cérebro, gônadas e pele) para análise histopatológica. Os mesmos órgãos serão coletados e fixados em álcool 95%, para que possam ser utilizados futuramente em análise de detecção de agentes patogênicos (vírus, bactérias e fungos) por técnicas de biologia molecular.
- Realizar a coleta dos órgãos: fígado, músculo, pele, intestino e estômago, para análise toxicológica posterior (metais, metaloides e compostos orgânicos tóxicos).

* Adaptado da “Chamada Pública Interna Induzida nº 04/2019 - Coleta de amostras da ictiofauna da bacia do rio Paraopeba para análise patológica e toxicológica”



4. METODOLOGIA

4.1. ÁREA DE ESTUDO

O Rio Paraopeba é um dos mais importantes tributários do Rio São Francisco, percorrendo aproximadamente 510 quilômetros até a sua foz, no lago da represa de Três Marias. Para desenvolvimento do subprojeto serão realizadas amostragens da icitiofauna em diferentes pontos da área afetada pelo rompimento da barragem em Brumadinho, que despejou cerca de 12 milhões m³ de rejeitos minerários no Rio Paraopeba até o reservatório de Retiro Baixo, entre os municípios de Curvelo e Felixlândia. A área amostral irá compreender quatro pontos de coleta de peixes ao longo do rio Paraopeba: um ponto controle/sem contaminação por rejeitos minerários (Rio Paraopeba à montante do desastre ambiental em Brumadinho) e três pontos impactados pela descarga de rejeitos minerários no Rio Paraopeba (Tabela 1).

Tabela 1. Pontos de coleta dos peixes ao longo do Rio Paraopeba

Trecho amostral	Município	Distância pontos (km) ^a	Coordenadas ^b
P1- Rio Paraopeba (ponto controle)	Brumadinho	-	20°13'46"S 44°07'12"W
P2- Rio Paraopeba (confluência córrego Ferro-Carvão)	Brumadinho	P1 à P2: 42 km	20°9'29.68"S 44°9'32.44"W
P3- Rio Paraopeba (terço médio do trecho impactado)	Maravilhas	P2 à P3: 115 km	19°34'30"S 44°33'44"W
P4- Rio Paraopeba (início remanso UHE Retiro Baixo)	Pompéu	P3 à P4: 110 km	18°59'54"S 44°46'23"W

^a Distância aproximada calculada pelo Google Earth.

^b Sugestões de coordenadas dos pontos, contudo, durante a coleta essas coordenadas podem variar de acordo com os acessos, qualidade do ponto para armar redes, etc.

4.2. AUTORIZAÇÃO PARA CAPTURA DE PEIXES E COLETA DE AMOSTRAS BIOLÓGICAS

Anterior a captura dos animais, um requerimento será realizado junto ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) vinculado ao Ministério do Meio Ambiente e integrado ao Sistema Nacional do Meio Ambiente de uma licença para coleta de material zoológico, que permitirá coleta, captura, marcação, coleta de amostras biológicas e transporte de invertebrados e vertebrados (inclusive peixes) da fauna silvestre brasileira dentro do país. Simultaneamente será solicitado



autorização junto à Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Minas Gerais, para a realização da coleta com finalidade de pesquisa científica dentro da universidade. A liberação de tais autorizações possui tempo variável, de acordo com cada entidade avaliadora, o que pode alterar o cronograma de execução deste subprojeto. Contudo, para agilizar o processo, ambas requisições serão realizadas no início de março de 2020.

4.3. PLANO AMOSTRAL

Serão amostrados o maior e mais diverso número possível de espécies de peixes habitantes nos pontos de coletas descritos na Tabela 1. Para tanto, a equipe de coleta constará de um auxiliar de campo (pescador) e 6 pesquisadores em revezamento, incluindo professores, bolsistas de pós-doutorado, mestrado e de iniciação científica. Os peixes serão coletados com auxílio de redes de emalhar (10 metros de comprimento e 1,5 metro de altura cada), com diferentes tamanhos de malha (1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 5,0 e 6,0 cm entre nós opostos) e esforço amostral padronizado, nos pontos de amostragem selecionados. As redes serão armadas no final da tarde e retiradas no início da manhã do dia seguinte, permanecendo na água por aproximadamente 14 horas. Uma coleta de peixe será realizada em cada ponto amostral para desenvolvimento do subprojeto, sendo a coleta realizada em 2 dias. Em casos de baixa quantidade de peixes capturados, uma segunda coleta será realizada no determinado ponto, a fim de tornar maior a representatividade da ictiofauna analisada.

Os animais amostrados serão submetidos à: 1. Avaliação taxonômica (ao nível de gênero ou espécie); 2. Mensuração de medidas biométricas e anatômicas; 3. Coleta de tecidos para posterior avaliação patológica; 4. Coleta de tecidos para posterior diagnóstico de doenças infecciosas (diagnóstico diferencial); 5. Coleta de tecidos para posterior análise toxicológica.

4.4. AVALIAÇÃO TAXONÔMICA

Todos os espécimes capturados serão identificados até o menor nível taxonômico, utilizando-se principalmente as informações e chaves de identificação contidas em Gery (1977), Burgess (1989), Vari (1992), Britski et al. (1988), Reis et al. (2003), Buckup et al. (2007) e Alves & Pompeu (2010). Os nomes científicos das espécies amostradas serão atualizados de acordo com Barbosa et al. (2017) e Froese & Pauly (2019). Espécimes selecionados como material-testemunho serão fixados em



formaldeído 10%, e mantidos em álcool 70°C, para posterior tombamento em coleção ictiológica. De acordo com a literatura científica disponível e o esforço amostral que será empregado, segue abaixo uma tabela de estimativa de captura das espécies de peixes com distribuição relatada para a área de estudo proposta (Tabela 2).

A fim de dar suporte à determinação da espécie do peixe capturado, fragmento de 1 cm de nadadeira será coletado de cada animal e armazenado em tubo falcon de 15 mL contendo álcool 95%, para posterior extração de ácido nucléico e aplicação da técnica de DNA barcode usando o gene Cytochrome oxidase subunit I (COI), conforme metodologia descrita por Carvalho et al. (2011).

Tabela 2. Tabela de estimativa de coleta das espécies de peixes no Rio Paraopeba, de acordo com o esforço amostral a ser empregado e a literatura disponível¹ sobre a ictiofauna na área de estudo proposta.

Táxon/ Classificação sistemática	Nome popular	Quantidade
Ordem Characiformes		
Família Characidae		
<i>Astyanax lacustris</i>	Lambari-do-rabo-amarelo	50
<i>Astyanax fasciatus</i>	Lambari-do-rabo-vermelho	60
<i>Brycon orthotaenia</i>	Matrinchã	5
<i>Myleus micans</i>	Pacu	5
<i>Salminus franciscanus</i>	Dourado	10
<i>Salminus hilarii</i>	Tabarana	15
<i>Serrasalmus brandtii</i>	Pirambeba	20
Família Parodontidae		
<i>Apareiodon piracicabae</i>	Canivete	15
Família Anostomidae		
<i>Leporinus piau</i>	Piau-gordura	40
<i>Leporinus taeniatus</i>	Piau-jeju	30
<i>Megaleporinus obtusidens</i>	Piau-verdadeiro	15
<i>Megaleporinus reinhardti</i>	Piau-três-pintas	20
Família Erythrinidae		
<i>Hoplias malabaricus</i>	Traíra	20
<i>Hoplias intermedius</i>	Trairão	15
Família Curimatidae		
<i>Curimatella lepidura</i>	Manjuba	15
<i>Steindachnerina elegans</i>	Saguiru	10
Família Prochilodontidae		
<i>Prochilodus argenteus</i>	Curimatã-pacu	15
<i>Prochilodus costatus</i>	Curimatã-pioa	40
Ordem Siluriformes		
Família Auchenipteridae		
<i>Trachelyopterus galeatus</i>	Cangati	5
Família Heptapteridae		



<i>Rhamdia quelen</i>	Bagre	30
Família Pimelodidae		
<i>Pimelodus maculatus</i>	Mandi-amarelo	30
<i>Pimelodus pohli</i>	Mandi-branco	40
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	Surubim	5
Família Callichthyidae		
<i>Callichthys callichthys</i>	Tamboatá	10
<i>Hoplosternum littorale</i>	Tamboatá	15
Família Loricariidae		
<i>Hypostomus alatus</i>	Cascudo	40
<i>Hypostomus francisci</i>	Cascudo	50
<i>Hypostomus garmani</i>	Cascudo	20
<i>Harttia torrenticola</i>	Cascudinho	10
<i>Rineloricaria</i> sp.	Cascudo-viola	10
Ordem Gymnotiformes		
Família Gymnotidae		
<i>Gymnotus carapo</i>	Sarapó	15
<i>Eigenmannia virescens</i>	Tuvira	10
Ordem Perciformes		
Família Cichlidae		
<i>Australoheros facetus</i>	Cará-verde	10
<i>Geophagus brasiliensis</i>	Cará	20
<i>Oreochromis niloticus</i>	Tilápia-do-nilo	20
Família Sciaenidae		
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	Corvina	10

¹Alves, 2007; Alves & Leal, 2010; Alves & Vono, 1999; Arantes et al., 2016; Paschoalini et al., 2019; Savassi et al., 2016.

4.5. ÍNDICES BIOMÉTRICOS

Também imediatamente após a captura, triagem e identificação do táxon, cada peixe será documentado fotograficamente, pesado e mensurado os comprimentos total e padrão.

4.6. COLETA DE TECIDOS PARA AVALIAÇÃO PATOLÓGICA

Os peixes capturados serão submetidos a eutanásia por overdose de anestésico (Benzocaína, 300 mg/L), via banho de imersão, conforme recomendação do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) e previamente aprovado pela CEUA-UFMG. A morte do animal será confirmada por meio da ausência de movimento opercular. As amostras a serem coletadas nessa etapa seguirão o protocolo descrito no capítulo 3.2.6. do “Manual de Coleta de Amostras para Diagnóstico de Enfermidades de Animais Aquáticos na Rede Nacional de Laboratórios do Ministério da Pesca e Aquicultura – RENAQUA” (CGSAP/DEMOC/SEMOC/MPA, Governo



Federal, 2013). Os peixes eutanasiados serão submetidos a necropsia para a coleta dos seguintes órgãos: brânquias, rim, fígado, coração, intestino, estômago, cérebro, gônadas e pele. Cada órgão será fixado em formol 10% tamponado (exceto o tecido branquial que será fixado em líquido de Bouin) por 24 horas e, posteriormente, armazenados em etanol 70% em tubo falcon de 15 ou 50 mL, de acordo com a conveniência. Os tubos serão identificados através de etiquetas, onde constará o número identificador do frasco, data da coleta e pesquisador responsável. O número identificador do frasco não deverá se repetir durante todo o subprojeto e será impresso nas etiquetas também em formato de código de barras no modelo GS1-128. Após identificação dos tubos, estes serão transportados a temperatura ambiente e entregues ao CTC do Projeto Brumadinho-UFMG acompanhadas de informações relativas à amostra, à sua coleta, ao responsável pela coleta, pela auditoria da coleta, pelo transporte e pelo recebimento para armazenamento, dentre outras informações relevantes.

4.7. COLETA DE TECIDOS PARA DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL PARA DOENÇAS INFECCIOSAS

Fragmentos dos órgãos coletados de cada peixe no item anterior serão amostrados e acondicionados em tubos falcon (15 ou 50 mL) contendo álcool 95%. Os tubos serão identificados, transportados e entregues ao CTC conforme descrito no item 4.6. Este material poderá ser usado futuramente para a realização de diagnóstico diferencial, de forma a determinar que o possível achado patológico observado em um tecido animal não esteja associado a nenhum agente de cunho infeccioso (bactéria, fungos ou vírus).

4.8. COLETA DE TECIDOS PARA AVALIAÇÃO TOXICOLÓGICA

As amostras para avaliação toxicológica serão coletadas de acordo com o protocolo descrito no boletim técnico USGS/BRD/ITR-1999-2000 (USGS, EUA, 1999) para avaliação de metais, metaloides e compostos orgânicos tóxicos. Os peixes eutanasiados serão submetidos a necropsia para a coleta de órgãos, entretanto, os tecidos coletados irão variar conforme tamanho dos peixes: peixes grandes: fígado, músculo, pele, intestino e estômago; enquanto que em peixes pequenos, alevinos e juvenis serão coletados músculo e vísceras. Os órgãos serão acondicionados em tubos individuais, identificados conforme item 4.6. e transportados sob refrigeração ($\leq -4^{\circ}\text{C}$) em prazo hábil (no máximo em 24 horas), de acordo com o boletim supramencionada, congelados



($\leq -80^{\circ}\text{C}$) após chegada ao Laboratório de Doenças de Animais Aquáticos (AQUAVET) da EV-UFMG e encaminhados posteriormente ao CTC com as informações pertinentes ao material coletado.

4.9. GEORREFERENCIAMENTO E RASTREABILIDADE

Anterior a captura e coleta de peixes será realizada a impressão das etiquetas para os tubos falcon em pares, onde constará o número identificador do tubo, data da coleta, pesquisador responsável. O número identificador do tubo não deverá se repetir durante todo o subprojeto. Além disso, será impresso nas etiquetas também em formato de códigos de barras no modelo GS1-128.

Com relação ao georreferenciamento, será configurado o destino (ponto de coleta) no alarme de proximidade do equipamento GPS. Os pontos previamente estabelecidos (Tabela 1) deverão ser informados no equipamento GPS que deverá estar calibrado em DATUM SIRGAS2000. Quando sinalizado pelo equipamento GPS de alcance de destino, as redes de capturas serão fixadas para a realização da coleta dos animais. Cada animal capturado terá um formulário de coleta onde serão anotados os índices biométricos, a identificação do animal, e a(s) etiqueta(s) do(s) tubo(s) falcon equivalentes aos órgãos/tecidos a serem coletados. Estes tubos serão identificados com as etiquetas impressas. O preenchimento das informações do formulário de coleta de animais e de suas amostras biológicas será realizada pelos pesquisadores responsáveis.

Ao término do preenchimento, será documentado fotograficamente as coordenadas no equipamento GPS, tubos (etiquetados) com tecidos coletados por animal e formulário preenchido.

Ao retornar ao AQUAVET, o pesquisador responsável pela coleta, irá transcrever as informações no sistema de banco de dados a ser desenvolvido. Neste sistema também serão aportadas os registros fotográficos e as informações sobre auditoria da coleta, transporte e recebimento para armazenamento no CTC Brumadinho-UFMG. Esta plataforma estará disponível para consulta pelo CTC Brumadinho-UFMG, via rede mundial de computadores com acesso controlado, durante todo o subprojeto e, durante 24 meses após seu término. Ao término do subprojeto uma cópia de todas as informações do banco de dados será entregue ao CTC Brumadinho-UFMG, em mídia digital (CD, DVD ou BluRay). Todas as informações geoespaciais produzidas estarão de acordo com as normas e padrões preconizados pela Infraestrutura Nacional de Dados



Espaciais e armazenadas em DATUM SIRGAS2000. Ademais, na exportação em mídia digital, os dados comporão arquivo de dados no formato shapefile.

5. EQUIPE E PLANO DE TRABALHO DOS BOLSISTAS

Coordenador

Henrique César Pereira Figueiredo (bolsa P2)

Professor Associado II – Sanidade dos animais aquáticos, Departamento de Medicina Veterinária Preventiva, Escola de Veterinária da UFMG.

Médico Veterinário, Doutor em Microbiologia

A jornada de trabalho média será de 08 horas semanais (incluindo execução aos sábados). O coordenador será responsável por: sistematização de todo o trabalho de campo para as coletas, formação, orientação e treinamento da equipe para as atividades estabelecidas no plano de trabalho. Aquisição dos insumos necessários para a execução das atividades previstas, coordenação, orientação e supervisão da execução de serviços terceiros de pessoa jurídica contratados pelo Subprojeto, elaboração de relatórios e apresentação de resultados, elaboração da prestação de contas do subprojeto; e atendimento das demandas do Comitê Técnico-Científico do Projeto Brumadinho-UFMG e do Juízo.

Link lattes: <http://lattes.cnpq.br/3340492777093358>

Pesquisadores colaboradores

Guilherme Campos Tavares (bolsa P2)

Professor Adjunto I – Sanidade dos Animais Aquáticos, Departamento de Medicina Veterinária Preventiva, Escola de Veterinária da UFMG.

Médico Veterinário, Doutor em Ciência Animal

A jornada de trabalho será de 08 horas semanais (incluindo execução aos sábados). O pesquisador colaborador será responsável por: execução das atividades de necropsia dos peixes coletados, coleta de amostras, confecção de laudos de necropsia e preenchimento das planilhas de campo; auxílio à execução das atividades do Subprojeto, conforme proposto; auxílio à alocação de todos os recursos do subprojeto; auxílio à formação da equipe de execução do Subprojeto; auxílio à coordenação, orientação e supervisão da equipe do Subprojeto; auxílio à coordenação, orientação e supervisão da execução de serviços terceiros contratados pelo Subprojeto; auxílio à elaboração de relatórios e apresentação de resultados.

Link lattes: <http://lattes.cnpq.br/0656314462372593>

Rafael Magno Costa Melo (bolsa P2)

Professor Adjunto I – Laboratório de Ictiohistologia, Departamento de Morfologia, Instituto de Ciências Biológicas da UFMG.

Biólogo, Mestre em Zoologia e Doutor em Biologia Celular.

A jornada de trabalho será de 08 horas semanais (incluindo execução aos sábados). O pesquisador colaborador será responsável por: execução das atividades de captura dos peixes nas regiões de coleta do rio Paraopeba, coordenação técnica do processo de



identificação taxonômica dos peixes capturados, auxílio nas atividades de necropsia e coleta de amostras, auxílio à coordenação, orientação e supervisão da equipe do Subprojeto; auxílio à coordenação, orientação e supervisão da execução de serviços terceiros contratados pelo Subprojeto; auxílio à elaboração de relatórios e apresentação de resultados.

Link lattes: <http://lattes.cnpq.br/1976480499198036>

Bolsistas de pós-doutorado

Pós-Doutorado Sênior (P3)

Márcia Pimenta Leibowitz

Zootecnista, Doutora em Doenças Parasitárias de Animais Aquáticos

A jornada de trabalho será de 40 horas semanais (incluindo execução aos sábados). A bolsista de pós-doutorado será responsável por: auxílio no processo de captura dos peixes, nos pontos definidos no subprojeto, identificação taxonômica das espécies de peixes capturados, auxílio à execução das atividades de necropsia, coleta de amostras e confecção de laudos de necropsia; auxílio à execução das atividades do Subprojeto, conforme proposto; auxílio à formação da equipe de execução do Subprojeto; auxílio à elaboração de relatórios e apresentação de resultados.

Link lattes: <http://lattes.cnpq.br/9099408889609500>

Pós-Doutorado Júnior (P4)

Felipe Luiz Pereira

Bacharel em Ciência da Computação, doutor em Bioinformática

A jornada de trabalho será de 40 horas semanais. O bolsista de pós-doutorado será responsável por: Estruturação do banco de dados para o armazenamento de todas as informações do subprojeto, identificação inequívoca de cada espécime coletado no banco de dados, organização do processo de identificação das amostras por código de barras, treinamento da equipe no uso do banco e dados, auditoria da qualidade dos dados após cada campanha de coleta de peixes nas áreas definidas, definição de todos os processos de georreferenciamento das coletas de campo e da inserção das informações no banco de dados, de acordo com as especificações da Chamada nº 04. Auxílio na confecção dos relatórios de atividades do subprojeto.

Link lattes: <http://lattes.cnpq.br/9692510694559220>

Bolsistas de mestrado (bolsa M1)

A ser selecionado. A jornada de trabalho será de 40 horas semanais (incluindo execução aos sábados) às atividades do subprojeto. O bolsista de mestrado será responsável pelo: auxílio à execução das atividades de captura dos peixes, da necropsia e do preenchimento das informações no banco de dados.

Bolsistas de graduação/iniciação* (bolsa IX):



Dois bolsistas a serem selecionados. Jornada de trabalho de 20 horas semanais por bolsista. Acadêmicos dos cursos de Medicina Veterinária, Ciências Biológicas ou Aquicultura da UFMG, que acompanharão e apoiarão a execução do subprojeto, especialmente na realização das capturas e coletas de amostras de peixes, bem como no preenchimento das informações no banco de dados.

6. ACOMPANHAMENTO E AVALIAÇÃO

O acompanhamento do subprojeto será realizado, a cada dois meses, pelos seguintes instrumentos/mecanismos:

- extrato financeiro fornecido pela Fundação gestora do subprojeto e;
- relatório de acompanhamento das atividades preenchido e apresentado pelo Coordenador e equipe ao Comitê Técnico Científico.
- Atendimento ao cronograma proposto, com a execução de cada uma das campanhas de coleta nos meses definidos no cronograma proposto;
- Auditoria de qualidade dos dados inseridos no banco de dados formulado para o subprojeto.

O relatório final de subprojeto e será apresentado, no máximo, até o mês seguinte ao término do subprojeto.

7. PRAZO DE VIGÊNCIA E CRONOGRAMA

O cronograma de desenvolvimento do subprojeto foi elaborado para um período de seis meses e meio e será apresentado a seguir. Cada período apresentado corresponde a um mês (Tabela 3), a saber:

Tabela 3. Cronograma de desenvolvimento do subprojeto.

Atividades	Meses						
	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.
Tramitação instâncias internas e FUNDEP	X						
Submissão CEUA e ICMbio	X						
Formação e treinamento da equipe executora		X					
Obtenção de material	X	X					
Envio do plano amostral de coleta de animais da ictiofauna		X					
Aprovação do plano amostral		X					
Captura e coleta de peixes		X	X	X	X	X	
Elaboração do banco de dados único		X	X	X	X	X	
Redação de relatório parcial		X	X	X	X	X	



Redação de relatório final							X
----------------------------	--	--	--	--	--	--	---

8. PLANO DE APLICAÇÃO DE RECURSO FINANCEIRO

PESSOAL		
CUSTEIO	Mensal (R\$)	Total (R\$)
Professor Pesquisador Coordenador (01 X 06)*	9.373,43	56.240,58
Professor Pesquisador Colaborador (02 X 06)*	9.373,43	112.481,16
Pós-doutorado júnior (01 X 06)	8.386,75	50.320,50
Pós-doutorado sênior (01 x 06)	8.880,09	53.280,54
Bolsista estudante de mestrado (01 X 06)	4.420,32	26.521,92
Bolsista este de graduação/iniciação científica (02 X 06)	1.478,51	17.742,12
		Subtotal: R\$ 316.586,82

MATERIAL DE CONSUMO	
EPI para coleta de material	40.000,00
Reagentes de fixação de tecidos	50.000,00
Material para planilha de coleta a campo	5.000,00
Tubos e material para acondicionamento de espécimes	50.000,00
Material para captura de espécimes da ictiofauna (redes – 2 jogos de rede por coleta, bombonas, puças, etc)	20.000,00
Material para necropsia dos espécimes	30.000,00
Combustível (estimativa de consumo aproximado de 1700 litros de combustível)	8.000,00
Colunas de filtração para aparelho de água Milliq	4.600,00
03 HDs externos de 2 TB para backup de dados	2.500,00
Subtotal: R\$ 210.100,00	

MATERIAL PERMANENTE	
02 Aparelho de GPS (Calibração DATUM SIRGAS2000)	4.000,00
01 Impressora térmica de etiquetas	2.000,00
01 Impressora a laser	1.600,00
01 Leitor de Código de Barras Manual CCD Elgin Flash (USB)	800,00
02 Câmera Fotográfica Nikon D3400	5.000,00
03 Notebooks para registros da atividade de campo e trabalhos no banco de dados	12.000,00
02 Balanças digitais para pesagem dos animais (capacidade até 40 kg)	800,00
02 Balanças digitais para pesagem dos animais (capacidade até 1 kg, com precisão de 0,1 g)	1.000,00
01 Capela de exaustão de gases para troca do líquido de Bouin para álcool 70%, antes das amostras serem encaminhadas ao CTC.	7.000,00
Subtotal: R\$ 34.200,00	



SERVIÇOS DE TERCEIROS	
Diária dos pesquisadores (Base do cálculo no Decreto no 6.907/2009 que prevê o valor de diária de R\$177,00)	33.984,00
Contrato de serviço de apoio à montagem de rede de pesca, captura dos peixes e transporte fluvial.	18.000,00
Aluguel de caminhonete 4x4 (2 carros, 8 coletas, três dias por coleta)	16.800,00
Descarte de carcaças (incineração) estocadas na sala de necropsia da EV-UFGM/custos com descarte de carcaças de peixes capturados (baseado no valor médio de descarte de R\$4,50 por Kg de carcaça)	10.000,00
Subtotal: R\$78.784,00	
Subtotal geral: R\$ 639.670,82	

DESPESAS OPERACIONAIS	
2% UFGM	14.537,97
10% Escola de Veterinária	72.689,87
Subtotal: R\$ 87.277,84	

TOTAL GERAL DO SUBPROJETO (em reais)	726.948,77
---	-------------------

* Declaro que sou responsável única e exclusivamente pelo controle da soma de minha remuneração, retribuições e bolsas para que não exceda o maior valor recebido pelo funcionalismo público federal, nos termos do artigo 37, XI, da Constituição Federal.

9. CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO

Bimestre	Valor
Primeiro bimestre (aquisição de todo material de consumo e permanente)	R\$ 400.000,00
Segundo bimestre	160.000,00
Terceiro bimestre	166.948,77

10. PRODUTOS ESPERADOS*

- Plano amostral de coleta de amostras da ictiofauna para análises patológicas e toxicológicas,
- Banco de dados com as informações da localização da coleta, peixes coletados, espécies, medidas biométricas e órgãos coletados
- Coleção de amostras oriundas de peixes da Bacia do Rio Paraopeba fixadas (para análise patológica e detecção de agentes patogênicos) e criopreservadas (para análise toxicológica).



* Adaptado da “Chamada Pública Interna Induzida nº 04/2019 - Coleta de amostras da ictiofauna da bacia do rio Paraopeba para análise patológica e toxicológica”

11. REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA – RDC Nº 42, DE 29 DE AGOSTO DE 2013. Dispõe sobre o Regulamento Técnico MERCOSUL sobre Limites Máximos de Contaminantes Inorgânicos em Alimentos.

Alves, C.B.M. & Leal, C.G. 2010. Aspectos da conservação da fauna de peixes da bacia do rio São Francisco em Minas Gerais. *MG Biota*, 2(6): 26-50.

Alves, C.B.M. 2007. Evaluation of fish passage through the Igarapé Dam fish ladder (rio Paraopeba, Brazil), using marking and recapture. *Neotropical Ichthyology*, 5(2):233-236.

Alves, C.B.M.; P.S. Pompeu (2010). Peixes do rio das Velhas: passado e presente, (2ª ed.). Belo Horizonte: Segrac.

Alves, C.B.M.; Vono, V. 1999. Ampliação da área de distribuição natural de *Hysteronotus megalostomus* Eigenmann, 1911 (Characidae; Glandulocaudinae), fauna associada e características do hábitat no rio Paraopeba, bacia do rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. *Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS - série Zoologia*, 12: 31-44.

Arantes, F.P., Savassi, L.A., Santos, H.B., Gomes, M.V.T., Bazzoli, N. 2016. Bioaccumulation of mercury, cadmium, zinc, chromium, and lead in muscle, liver, and spleen tissues of a large commercially valuable catfish species from Brazil. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, 88, 1-11.

Avigliano, E. ; Monferrán, M. V.; Sánchez, S. et. al. Distribution and bioaccumulation of 12 trace elements in water, sediment and tissues of the main fishery from different environments of the La Plata basin (South America): Risk assessment for human consumption. *Chemosphere*. 236: 124394, 2019.

Barbosa, J.M.; Soares, E.C.; Cintra, I.H.A.; Hermann, M. & Araújo, A.R.R. 2009. Perfil da ictiofauna da bacia do São Francisco. *Acta of Fisheries and Aquatic Resources*, 5(1): 70-90.

Blakley B.R. Overview of cooper poisoning. In: Aiello, S.E., Moses, M.A., editors. *Merck Veterinary Manual*. 11th edition. Kenilworth, NJ: Merck & Co. 2016.

Britski, H.A.; Sato, Y. & Rosa, A.B.S. 1988. Manual de Identificação de Peixes da Região de Três Marias - Com Chaves de Identificação para os Peixes da Bacia do São Francisco. Brasília, CODEVASF, Divisão de Piscicultura e Pesca, 2ª. ed., 115 p.



Buckup, P.A.; Menezes, N.A.; Ghazzi, M.S. 2007. Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 195 p.

Burguess, W.E. 1989. An Atlas of Freshwater and Marine Catfishes. TFH, Neptune City, 785 p.

Carvalho, D. C.; Oliveira, D. A. A.; Pompeu, P. S.; Leal, C. G.; Oliveira, C; Hanner, R. Deep barcode divergence in Brazilian freshwater fishes: the case of the São Francisco River basin. *Mitochondrial DNA*, 22, sip. 1, p. 80-86, 2011.

Ctaft, M. Infectious disease transmission and contact networks in wildlife and livestock. *Philosophical transactions Royal Society B*. 370: 20140107, 2015.

Day, N. K.; Schmidt, T. S.; Roberts, J. J. et. al. Mercury and selenium concentrations in fishes of the Upper Colorado River Basin, southwestern United States: A retrospective assessment. *Plos One*, 15 (1): e0226824, 2020.

Figueiredo, H. C. P.; Leal, C. A. G. ; Goulart, M.B. Programas de repovoamento de peixes em rios: que riscos sanitários podem estar associados?. *Panorama da Aquicultura*, Rio de Janeiro, p. 40 - 45, 30 nov. 2008.

Figueiredo, H. C. P.; Leal, C. A. G. ; Mian, Gláucia F. ; et. al. experiência do AQUAVET na investigação de doenças de peixes nativos.. *Panorama da Aquicultura*, Rio de Janeiro, p. 24 - 29, 01 jul. 2010.

Froese, R., Pauly, D. Editors. 2019. FishBase. Available at: www.fishbase.org, version (08/2019).

Géry, J. 1977. Characoids of the world. Tropical Fish Hobbyist Publications, Inc., Neptune City, NJ.

Hatje V., Pedreira R.M.A., Rezende C.E., et al. The environmental impacts of one of the largest tailing dam failures worldwide. *Scientific Reports*. 7(1):10706, 2017.

Kossoff D., Dubbin W.E., Alfredsson M., et al. Mine tailings dams: characteristics, failure, environmental impacts, and remediation. *Applied Geochemistry*. 51:229-245, 2014.

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 20, DE 26 DE JULHO DE 2018. Plano de amostragem e limites de referência para o Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes em Produtos de Origem Animal – PNCRC de 2018 para as cadeias de carnes bovina, suína, caprina, ovina, equina, coelho, aves, avestruz, de leite, pescado, mel e ovos.

Meena, R. A. L., Sathiskumar, P, Ameen, F. et. al. Heavy metal pollution in immobile and mobile components of lentic ecosystems – a review. *Environm. Sci. Poll. Res*. 25: 4134-4148, 2018.

MPA – Ministério da Pesca e Aquicultura. Manual de Coleta de Amostras para Diagnóstico de Enfermidades de Animais Aquáticos na Rede Nacional de Laboratórios



do Ministério da Pesca e Aquicultura – RENAQUA” (CGSAP/DEMOC/SEMOC/MPA, Governo Federal, 2013.

Paschoalini, A.L., Savassi, L.A., Arantes, F.P., Rizzo, E., & Bazzoli, N. 2019. Heavy metals accumulation and endocrine disruption in *Prochilodus argenteus* from a polluted neotropical river. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 169, 539–550.

Reis, E.; Kullander, S.O.; Ferraris, JR. C. J. 2003. Check list of the freshwater fishes of South and Central América. Ed. PUCRJ. Porto Alegre. 729 p.

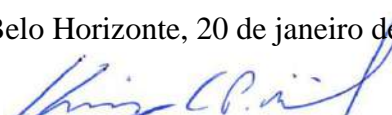
Richards, J.; Farrel, A.; Brauner, C. *Fish physiology: Hypoxia*. Cambridge, Academic Press, 2009, 517p. ISBN: 9780123746320.

Savassi, L.A.; Arantes, F.P.; Gomes, M.V.T. & Bazzoli, N. 2016. Heavy metals and histopathological alterations in *Salminus franciscanus* (Lima & Britski, 2007) (Pisces: Characiformes) in the Paraopeba River, Minas Gerais, Brazil. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 96(4):478-483.

USGS. U.S. Geological Survey. Schmitt, C. J.; Blazer, V. S.; Dethloff, G. M. et al. *Biomonitoring of Environmental Status and Trends (BEST) Program: field procedures for assessing the exposure of fish to environmental contaminants*. U.S. Geological Survey, Biological Resources Division, Columbia, (MO): information and Technology Report USGS/BRD-1999-007, 1999.

Vari, R. P. 1992. Systematics of the Neotropical Characiform Genus *Cyphocharax* Fowler (Pisces: Ostariophysi). *Smithsonian Contributions to Zoology* N° 529. Washington. 137 pp.

Belo Horizonte, 20 de janeiro de 2020.



Henrique César Pereira Figueiredo

Coordenador do Subprojeto – Chamada 04/2019.

ANEXO II – Termo Ético e de Confidencialidade

Termo Ético e de Confidencialidade a ser firmado por todas pessoas físicas ou jurídicas que de qualquer forma trabalharem no Subprojeto “Construção, manutenção e alimentação de plataforma interativa”.

Felipe Luiz Pereira, pos-doc júnior, no subprojeto **COLETA DE AMOSTRAS DA ICTIOFAUNA DA BACIA DO RIO PARAPEBA PARA ANÁLISE PATOLÓGICA E TOXICOLÓGICA**, 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 6ª Vara 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 *amicus curiae* nos processos indicados **acima**, ou em processos movidos contra quaisquer das partes ou *amicus 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 *amicus 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 *amicus curiae* descritos **acima**, do Juízo e de membros do CTC do **Projeto Brumadinho-UFMG**;

- e) NÃO formulou pedidos relacionados com o rompimento da Barragem da Mina "Córrego do Feijão" a quaisquer das partes ou *amicus 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 *amicus curiae* descritos **acima**, em juízo ou fora dele;
- f) NÃO É sócio ou membro de direção ou de administração de quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos **acima**;
- g) NÃO É herdeiro presuntivo, donatário ou empregador de quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos **acima**;
- h) NÃO É empregado ou tenha qualquer relação de subordinação ou dependência com quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos **acima**;
- i) NÃO prestou serviços relacionados com o rompimento da Barragem da Mina "Córrego do Feijão" a quaisquer das partes ou *amicus 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 *amicus curiae* descritos **acima**;
- k) NÃO tem em curso a ação contra quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos **acima**, ou seu advogado;
- l) NÃO É amigo íntimo ou inimigo de quaisquer das partes ou *amicus 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 *amicus 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 *amicus curiae* descritos **acima**;
- o) NÃO TEM interesse direto no julgamento dos processos em favor de quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos **acima**.

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

BELO HORIZONTE, 15 de janeiro de 2020.



Felipe Luiz Pereira

RG: 3702544 CPF: 053.072.499-50

ANEXO II – Termo Ético e de Confidencialidade

Termo Ético e de Confidencialidade a ser firmado por todas pessoas físicas ou jurídicas que de qualquer forma trabalharemos no Subprojeto “Construção, manutenção e alimentação de plataforma interativa”.

Guilherme Campos Tavares, professor pesquisador (P2), no subprojeto **COLETA DE AMOSTRAS DA ICTIOFAUNA DA BACIA DO RIO PARAPEBA PARA ANÁLISE PATOLÓGICA E TOXICOLÓGICA**, 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 6ª Vara 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 *amicus curiae* nos processos indicados *acima*, ou em processos movidos contra quaisquer das partes ou *amicus 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 *amicus 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 *amicus curiae* descritos **acima**, do Juízo e de membros do CTC do **Projeto Brumadinho-UFMG**;
- e) NÃO formulou pedidos relacionados com o rompimento da Barragem da Mina "Córrego do Feijão" a quaisquer das partes ou *amicus 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 *amicus curiae* descritos **acima**, em juízo ou fora dele;
- f) NÃO É sócio ou membro de direção ou de administração de quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos **acima**;
- g) NÃO É herdeiro presuntivo, donatário ou empregador de quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos **acima**;
- h) NÃO É empregado ou tenha qualquer relação de subordinação ou dependência com quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos **acima**;
- i) NÃO prestou serviços relacionados com o rompimento da Barragem da Mina "Córrego do Feijão" a quaisquer das partes ou *amicus 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 *amicus curiae* descritos **acima**;
- k) NÃO tem em curso a ação contra quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos **acima**, ou seu advogado;
- l) NÃO É amigo íntimo ou inimigo de quaisquer das partes ou *amicus 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 *amicus 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 *amicus curiae* descritos **acima**;
- o) NÃO TEM interesse direto no julgamento dos processos em favor de quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos **acima**.

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

BELO HORIZONTE, 15 de janeiro de 2020.



Guilherme Campos Tavares

RG: 1614103608 CPF: 076.369.396-06

ANEXO II – Termo Ético e de Confidencialidade

Termo Ético e de Confidencialidade a ser firmado por todas pessoas físicas ou jurídicas que de qualquer forma trabalhem no Subprojeto “Construção, manutenção e alimentação de plataforma interativa”.

Henrique César Pereira Figueiredo, professor pesquisador (P2) e coordenador, no subprojeto COLETA DE AMOSTRAS DA ICTIOFAUNA DA BACIA DO RIO PARAPEBA PARA ANÁLISE PATOLÓGICA E TOXICOLÓGICA, 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 6ª Vara 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:

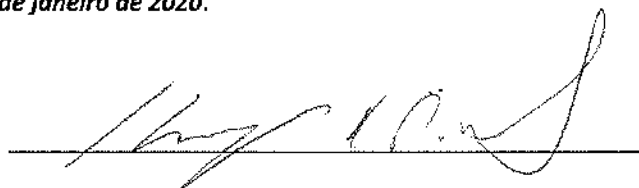
- a) NÃO É cônjuge, companheiro ou parente em linha reta, ou colateral até o terceiro grau, de membros do Comitê Técnico-Científico do **Projeto Brumadinho-UFMG**;
- b) NÃO figura como parte ou *amicus curiae* nos processos indicados *acima*, ou em processos movidos contra quaisquer das partes ou *amicus 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 *amicus 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 *amicus curiae* descritos *acima*, do Juízo e de membros do CTC do Projeto Brumadinho-UFMG;
- e) NÃO formulou pedidos relacionados com o rompimento da Barragem da Mina “Córrego do Feijão” a quaisquer das partes ou *amicus 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 *amicus curiae* descritos *acima*, em juízo ou fora dele;
- f) NÃO É sócio ou membro de direção ou de administração de quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos *acima*;
- g) NÃO É herdeiro presuntivo, donatário ou empregador de quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos *acima*;
- h) NÃO É empregado ou tenha qualquer relação de subordinação ou dependência com quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos *acima*;
- i) NÃO prestou serviços relacionados com o rompimento da Barragem da Mina “Córrego do Feijão” a quaisquer das partes ou *amicus 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 *amicus curiae* descritos *acima*;
- k) NÃO tem em curso a ação contra quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos *acima*, ou seu advogado;
- l) NÃO É amigo íntimo ou inimigo de quaisquer das partes ou *amicus 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 *amicus 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 *amicus curiae* descritos *acima*;
- o) NÃO TEM interesse direto no julgamento dos processos em favor de quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos *acima*.

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

BELO HORIZONTE, 15 de janeiro de 2020.



Henrique César Pereira Figueiredo

RG: M-7.342.592

CPF: 952.711.716.04

ANEXO II – Termo Ético e de Confidencialidade

Termo Ético e de Confidencialidade a ser firmado por todas pessoas físicas ou jurídicas que de qualquer forma trabalharemos no Subprojeto “Construção, manutenção e alimentação de plataforma interativa”.

Rafael Magno Costa Melo, professor pesquisador (P2), no subprojeto **COLETA DE AMOSTRAS DA ICTIOFAUNA DA BACIA DO RIO PARAPEBA PARA ANÁLISE PATOLÓGICA E TOXICOLÓGICA**, 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 6ª Vara 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:

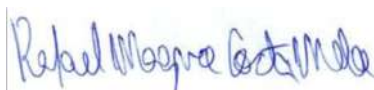
- a) NÃO É cônjuge, companheiro ou parente em linha reta, ou colateral até o terceiro grau, de membros do Comitê Técnico-Científico do **Projeto Brumadinho-UFMG**;
- b) NÃO figura como parte ou *amicus curiae* nos processos indicados **acima**, ou em processos movidos contra quaisquer das partes ou *amicus 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 *amicus 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 *amicus curiae* descritos **acima**, do Juízo e de membros do CTC do **Projeto Brumadinho-UFMG**;
- e) NÃO formulou pedidos relacionados com o rompimento da Barragem da Mina “Córrego do Feijão” a quaisquer das partes ou *amicus 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 *amicus curiae* descritos **acima**, em juízo ou fora dele;
- f) NÃO É sócio ou membro de direção ou de administração de quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos **acima**;
- g) NÃO É herdeiro presuntivo, donatário ou empregador de quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos **acima**;
- h) NÃO É empregado ou tenha qualquer relação de subordinação ou dependência com quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos **acima**;
- i) NÃO prestou serviços relacionados com o rompimento da Barragem da Mina “Córrego do Feijão” a quaisquer das partes ou *amicus 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 *amicus curiae* descritos **acima**;
- k) NÃO tem em curso a ação contra quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos **acima**, ou seu advogado;
- l) NÃO É amigo íntimo ou inimigo de quaisquer das partes ou *amicus 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 *amicus 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 *amicus curiae* descritos **acima**;
- o) NÃO TEM interesse direto no julgamento dos processos em favor de quaisquer das partes ou *amicus 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, **15 de janeiro de 2020**.



Rafael Magno Costa Melo

RG: MG-9.026.176 CPF: 059.117.096-51

ANEXO II – Termo Ético e de Confidencialidade

Termo Ético e de Confidencialidade a ser firmado por todas pessoas físicas ou jurídicas que de qualquer forma trabalharem no Subprojeto “Construção, manutenção e alimentação de plataforma interativa”.

Márcia Pimenta Leibowitz, pos-doc sênior, no subprojeto COLETA DE AMOSTRAS DA ICTIOFAUNA DA BACIA DO RIO PARAOPÉBA PARA ANÁLISE PATOLÓGICA E TOXICOLÓGICA, 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 6ª Vara da Fazenda Pública da Comarca de Belo Horizonte.

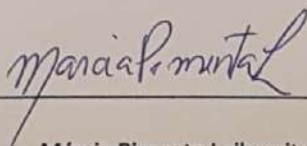
O declarante presta compromisso de imparcialidade no desenvolvimento de suas atividades, empregando toda sua diligência como impõe o art. 157, do CPC, declarando expressamente que:

- 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 *amicus curiae* nos processos indicados *acima*, ou em processos movidos contra quaisquer das partes ou *amicus 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 *amicus 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 *amicus curiae* descritos *acima*, do Juízo e de membros do CTC do **Projeto Brumadinho-UFMG**;

- e) NÃO formulou pedidos relacionados com o rompimento da Barragem da Mina "Córrego do Feijão" a quaisquer das partes ou *amicus 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 *amicus curiae* descritos **acima**, em juízo ou fora dele;
- f) NÃO É sócio ou membro de direção ou de administração de quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos **acima**;
- g) NÃO É herdeiro presuntivo, donatário ou empregador de quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos **acima**;
- h) NÃO É empregado ou tenha qualquer relação de subordinação ou dependência com quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos **acima**;
- i) NÃO prestou serviços relacionados com o rompimento da Barragem da Mina "Córrego do Feijão" a quaisquer das partes ou *amicus 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 *amicus curiae* descritos **acima**;
- k) NÃO tem em curso a ação contra quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos **acima**, ou seu advogado;
- l) NÃO É amigo íntimo ou inimigo de quaisquer das partes ou *amicus 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 *amicus 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 *amicus curiae* descritos **acima**;
- o) NÃO TEM interesse direto no julgamento dos processos em favor de quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos **acima**.

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

BELO HORIZONTE, 15 de janeiro de 2020.



Márcia Pimenta Leibowitz

RG: M3323137 CPF: 688.702.646-53



PROCESSO SELETIVO CHAMADA 4



CHAMADA DIVULGADA



CHAMADA PÚBLICA INTERNA INDUZIDA Nº 04/2019
COLETA DE AMOSTRAS DA ICTIOFAUNA DA BACIA DO RIO PARAPEBA
PARA ANÁLISE PATOLÓGICA E TOXICOLÓGICA

O Comitê Técnico-Científico do **Projeto Brumadinho-UFMG** convida comunidade acadêmica para submissão de propostas para desenvolvimento de atividades nos termos desta Chamada.

1. APRESENTAÇÃO

1.1. CONTEXTO DA CHAMADA

Em 25 de janeiro de 2019, a Barragem I da Mina “Córrego do Feijão”, em Brumadinho, Minas Gerais, se rompeu. O fato ocasionou o falecimento e desaparecimento de 270 pessoas, além de uma série de consequências e impactos pessoais, sociais, ambientais, econômicos e em patrimônios por longa extensão territorial, em especial na Bacia do Rio Paraopeba.

Em função do rompimento da Barragem da Mina “Córrego do Feijão” foram ajuizadas 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 6ª Vara da Fazenda Pública da Comarca de Belo Horizonte. No âmbito desses processos judiciais foi concebido o “Projeto de Avaliação de Necessidades Pós-Desastre do colapso da Barragem da Mina Córrego do Feijão”, aprovado em audiência e consolidado mediante o Termo de Cooperação Técnica nº 037/19, firmado entre a UFMG e o Juízo da 6ª Vara da Fazenda Pública da Comarca de Belo Horizonte.

1.2. PROJETO BRUMADINHO-UFMG

O “Projeto de Avaliação de Necessidades Pós-Desastre do colapso da Barragem da Mina Córrego do Feijão” (**Projeto Brumadinho-UFMG**) tem como *objetivo geral* auxiliar o Juízo da 6ª 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.

Os *objetivos específicos* do **Projeto Brumadinho-UFMG** são: identificar e avaliar as necessidades emergenciais, os impactos socioeconômicos, ambientais, na saúde, na educação, nas estruturas urbanas, no patrimônio cultural material e imaterial e nas populações ribeirinhas, dentre outros impactos, em escala local, microrregional, mesorregional e regional; e ainda apresentar as necessidades de recuperação e reconstrução em Relatório de Avaliação Consolidado e desenvolver Plano de Recuperação.

O Comitê Técnico-Científico do **Projeto Brumadinho-UFMG** é responsável por elaborar chamadas públicas para seleção de Subprojetos e supervisionar a implementação e execução dos Subprojetos, para consecução dos objetivos gerais e específicos.

1.3. CHAMADAS PÚBLICAS E COMITÊ TÉCNICO CIENTÍFICO

O Comitê Técnico Científico (CTC) do **Projeto Brumadinho-UFMG** coordenará as ações desenvolvidas para avaliação dos impactos do rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão, em Brumadinho. As atividades serão divididas conforme concepção do CTC e realizadas



mediante seleção de Subprojetos em “Chamadas” que tenham pertinência com os objetivos constantes no **Projeto Brumadinho-UFMG**.

Os Subprojetos serão avaliados e selecionados pelo CTC do **Projeto Brumadinho-UFMG** e recomendados ao Juízo, que decidirá sobre a contratação. Todos os Subprojetos a serem realizados, incluindo estimativas de prazos e orçamento, dependem de aprovação do Juízo para execução. Após aprovação, os Subprojetos serão contratados e implementados por intermédio da FUNDEP e terão execução supervisionada pelo CTC do **Projeto Brumadinho-UFMG**.

Em se tratando de órgão auxílio, e portanto, de confiança do Juízo, os Subprojetos podem ser alterados ou a qualquer tempo paralisados por determinação do Juízo.

São financiáveis no âmbito dos Subprojetos, além das bolsas, a aquisição e manutenção de equipamentos, de material de consumo, de bases de dados, adequação de espaço físico, despesas com serviços de terceiros diretamente relacionados com o projeto; passagens e diárias; tudo conforme item 7 da presente Chamada.

Todos os equipamentos adquiridos, bem como quaisquer itens consumíveis adquiridos e não utilizados, serão integrados ao ativo da UFMG.

Em função das peculiaridades da situação em que é desenvolvido, poderá haver seleção de mais de um Subprojeto por Chamada, a critério do CTC do **Projeto Brumadinho-UFMG** e do Juízo.

2. OBJETO DA CHAMADA DE SUBPROJETO

Ictiofauna da Bacia do Paraopeba

2.1. OBJETIVO GERAL

Realizar a confecção de plano amostral e, posteriormente, a captura (de acordo com o plano confeccionado) de exemplares da ictiofauna na bacia do Rio Paraopeba, para coleta de amostras biológicas para futuras análises patológicas e toxicológicas.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

-Confeccionar um plano amostral, de acordo com metodologia científica aceita nacional ou internacionalmente para monitoramento de ictiofauna.

-Realizar a coleta das principais espécies de peixes presentes na bacia do Rio Paraopeba a jusante do Córrego Ferro-Carvão.

-Realizar a identificação dos peixes coletados a nível de gênero ou espécie e determinar as principais medidas biométricas e anatômicas desses animais.

-A partir dos peixes capturados e eutanasiados, realizar a coleta e fixação de amostras de órgãos (brânquias, rim, fígado, coração, intestino, estômago, cérebro, gônadas e pele) para análise histopatológica.

-A partir dos peixes capturados e eutanasiados, realizar a coleta de órgãos (fígado, musculo, pele, intestino e estômago) para análise toxicológica (metais, metaloides e compostos orgânicos tóxicos).



2.3. METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS A SEREM OBSERVADOS

O plano amostral a ser confeccionado deve seguir metodologia científica aceita nacional ou internacionalmente para o monitoramento de ictiofauna em corpos hídricos semelhantes ao Rio Paraopeba. Esse deve descrever o número de pontos de coleta ao longo do Rio Paraopeba, desde o córrego Ferro-Carvão (Brumadinho-MG) até a Usina Retiro Baixo (Pompéu-MG). O plano deve possibilitar o monitoramento da ictiofauna a jusante do Córrego Ferro-Carvão, a fim de permitir a identificação de contaminações e alterações patológicas nos peixes da bacia. Caso seja cientificamente válido e necessário, será permitida uma coleta piloto para obtenção de dados que subsidiem a confecção do plano amostral final.

O projeto deverá descrever a metodologia de captura a ser utilizada. Essa deverá possibilitar a captura de maior e mais diverso número de espécies de peixes habitantes da bacia do Rio Paraopeba.

Após a captura, os peixes deverão ser identificados a nível de gênero ou espécie, pesados e o comprimento total e padrão aferidos. Caso sejam observadas alterações macroscópicas e anomalias anatômicas ou fisiológicas nos animais, não associadas a captura, essas deverão possuir registro fotográfico e escrito. Os animais deverão ser eutanasiados de acordo com protocolos aceitos pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA, MCTIC) ou órgãos internacionais equivalentes. Será de responsabilidade do proponente a aprovação do protocolo de estudo junto a CEUA/UFMG.

As amostras para fins de avaliação patológica deverão ser coletadas de acordo com protocolo descrito no capítulo 3.2.6 do “Manual de Coleta e Remessa de Amostras para Diagnóstico de Enfermidades de Animais Aquáticos na Rede Nacional de Laboratórios do Ministério da Pesca e Aquicultura – RENAQUA, (CGSAP/DEMOC/SEMOC/MPA, Governo Federal, 2013). Os órgãos (brânquias, rim, fígado, coração, intestino, estômago, cérebro, gônadas e pele) deverão ser fixados em formol 10% tamponado por pelo menos 24 horas e posteriormente armazenados em etanol 70% em tubos herméticos.

As amostras para avaliação toxicológica deverão ser coletadas de acordo com protocolo descrito no boletim técnico USGS/BRD/ITR-1999-2000 (USGS, EUA, 1999) para avaliação de metais, metaloides e compostos orgânicos tóxicos. Os órgãos (peixes grandes: fígado, musculo, pele, intestino e estômago; peixes pequenos, alevinos e juvenis: musculo e vísceras) deverão ser acondicionados em tubos individuais e transportados sob refrigeração ($\leq -4^{\circ}\text{C}$) em prazo hábil, de acordo com o boletim supramencionada, para serem criopreservadas. A criopreservação e guarda das amostras serão de responsabilidade do Comitê Técnico Científico (CTC) do Projeto Brumadinho-UFMG.

Os pontos de coleta de cada amostra deverão ser georreferenciados por GPS (Calibração DATUM SIRGAS2000). As amostras deverão ser acondicionadas em frascos identificados por código de barras GS1-128 ou identificação equivalente. Os frascos deverão ser entregues ao CTC acompanhadas de informações relativas à amostra, à sua coleta, ao responsável pela coleta, pela auditoria da coleta, pelo transporte e pelo recebimento para armazenamento, dentre outras informações relevantes.

As propostas de estudos e de pesquisas devem ter um caráter multidisciplinar sempre que possível. Os resultados dos estudos serão disponibilizados para outros estudos e serão utilizados nas diversas avaliações, além de serem parte do Relatório de Avaliação Consolidado e referência para o desenvolvimento do Plano de Recuperação. Portanto, o proponente deverá ter uma

abordagem multidisciplinar e percepção da relação desta pesquisa com o conjunto de atividades do **Projeto Brumadinho-UFMG**.

Os dados geoespaciais produzidos devem estar de acordo com as normas e padrões preconizados pela INDE. (<https://inde.gov.br/NormasPadroes>). Os arquivos de estrutura vetorial devem estar disponíveis, preferencialmente, em formato shapefile. Já os arquivos de estrutura matricial devem adotar o formato Tagged Image File Format (.tiff). O Sistema de Referência Geodésico utilizado na produção dos dados geoespaciais deverá ser adotar o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas do ano 2000 (SIRGAS 2000). Tanto para os dados produzidos em sistema de coordenadas geográficas, quanto para o sistema de coordenadas planas. Os arquivos contendo os dados geoespaciais devem vir acompanhados dos seus respectivos metadados, atendendo os requisitos da Resolução CONCAR nº1 de 2009.

2.4. PRODUTOS

- 1- Plano amostral de coleta de amostras da ictiofauna para análises patológica e toxicológicas.
- 2-Banco de dados com as informações da localização da coleta, peixes coletados, espécies, medidas biométricas e órgãos coletados.
- 3- Coleção de amostras obtidas de peixes da Bacia do Rio Paraopeba fixadas (para análise patológica) e criopreservadas (para análise toxicológica).

2.5. PRAZOS

O plano amostral de coleta de animais da ictiofauna deverá ser enviado para avaliação do CTC do Projeto Brumadinho-UFMG do Projeto Brumadinho em até 45 dias contados da assinatura do contrato decorrente dessa chamada.

A coleta das amostras em todos os pontos determinados no plano amostral deverão ser realizadas em até 5 meses após a aprovação formal do plano amostral pelo CTC do Projeto Brumadinho-UFMG.

3. REQUISITOS PARA CANDIDATURA

Poderão ser proponentes:

- a) Docentes do Quadro Permanente em efetivo exercício na UFMG; ou
- b) Docentes do Quadro Permanente em efetivo exercício na UFMG em parceria com outras Instituições de Ensino e Pesquisa ou seus pesquisadores.

Em qualquer hipótese, a Coordenação do Subprojeto deve estar a cargo de Docente da UFMG e respeitado o mínimo de dois terços de pessoas vinculadas à UFMG, conforme art. 6º, §3º, do Decreto nº 7.423/2010 e art. 3º da Resolução 01/2011 do Conselho Universitário.

Os participantes da proposta deverão ter o currículo Lattes/CNPq atualizado, incluindo informações sobre atividades relacionadas ao objeto e objetivos da chamada.

4. IMPEDIMENTOS PARA COORDENAÇÃO OU PARTICIPAÇÃO EM EQUIPE EXECUTORA DO SUBPROJETO



Em função das peculiaridades do **Projeto Brumadinho-UFMG**, são impedidos de Coordenar ou participar da equipe executora do Subprojeto todo aquele que:

- a) figura como parte ou *amicus curiae* nos processos indicados no item 1 desta Chamada, ou em processos movidos contra quaisquer das partes ou *amicus curiae* nos processos indicados no item 1 desta Chamada, relacionados com o rompimento da Barragem da Mina “Córrego do Feijão”;
- b) interveio como mandatário ou auxiliar de qualquer natureza de quaisquer das partes ou *amicus curiae* indicadas item 1 desta Chamada, em atos relacionados com o rompimento da Barragem da Mina “Córrego do Feijão”, ou oficiou como perito ou prestou depoimento como testemunha neste caso;
- c) for cônjuge ou companheiro, ou qualquer parente, consanguíneo ou afim, em linha reta ou colateral, até o terceiro grau, inclusive, de qualquer das partes ou *amicus curiae* descritos item 1 desta Chamada, do Juízo e de membros do CTC do **Projeto Brumadinho-UFMG**;
- d) formulou pedidos relacionados com o rompimento da Barragem da Mina “Córrego do Feijão” a quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos item 1 desta Chamada, 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 *amicus curiae* descritos item 1 desta Chamada, em juízo ou fora dele;
- e) for sócio ou membro de direção ou de administração de quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos item 1 desta Chamada;
- f) for herdeiro presuntivo, donatário ou empregador de quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos item 1 desta Chamada;
- g) seja empregado ou tenha qualquer relação de subordinação ou dependência com quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos item 1 desta Chamada;
- h) prestou serviços relacionados com o rompimento da Barragem da Mina “Córrego do Feijão” a quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos item 1 desta Chamada;
- i) seja cônjuge, companheiro ou parente, consanguíneo ou afim, em linha reta ou colateral, até o terceiro grau, inclusive, de advogados ou representantes das partes ou *amicus curiae* descritos item 1 desta Chamada;
- j) tiver em curso a ação contra quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos item 1 desta Chamada, ou seu advogado;
- k) for amigo íntimo ou inimigo de quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos item 1 desta Chamada, bem como de seus advogados;
- l) recebeu presentes de pessoas que tiverem interesse na causa antes ou depois de iniciado o processo, que aconselhar alguma das partes ou *amicus curiae* descritos item 1 desta Chamada acerca do objeto da causa ou que subministrar meios para atender às despesas do litígio;
- m) tiver 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 *amicus curiae* descritos item 1 desta Chamada



n) tiver interesse direto no julgamento dos processos em favor de quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos item 1 desta Chamada.

5. SUBMISSÃO DA PROPOSTA E CRONOGRAMA

Cada proponente poderá participar de apenas uma proposta para a presente Chamada.

As propostas deverão conter:

- a) descrição das etapas e atividades a serem desenvolvidas;
- b) sequência e cronograma das etapas e atividades;
- c) programação de despesas, aquisição de equipamentos e serviços de terceiros; e
- d) programação de entrega de relatórios parciais, finais e de apresentações;
- e) definição de indicadores de cumprimento de atividades e fases.

As propostas de Subprojeto da presente chamada deverão ser acompanhadas dos respectivos Planos de Trabalho contendo identificação do objeto a ser executado, metas a serem atingidas, etapas ou fases de execução, plano de aplicação dos recursos financeiros, cronograma de desembolso, previsão de início e fim da execução do objeto, bem assim da conclusão das etapas ou fases programadas e de outra documentação pertinente, conforme o caso, aplicando-se no que couber o disposto no §1º do art. 116, da Lei nº 8.666/93.

O Coordenador será responsável pela autorização de despesas junto à FUNDEP e pessoalmente responsável pela autenticidade das informações e documentos anexados.

A documentação apresentada não poderá ser alterada, suprimida ou substituída após a finalização do prazo de inscrição. Todavia, é condição de validade da proposta a comprovação de submissão do Subprojeto ao correspondente Departamento ou Congregação de Unidade da UFMG, sendo a aprovação final dessas instâncias obrigatória para implementação do Subprojeto junto à FUNDEP.

Não serão aceitas submissões efetuadas com documentação incompleta, nem inscrições fora do prazo determinado nesta Chamada.

As propostas com seus documentos complementares deverão ser submetidos por meio do endereço eletrônico projeto-brumadinhoufmg@ufmg.br, conforme cronograma descrito no quadro abaixo.

CRONOGRAMA	
APRESENTAÇÃO DE PROPOSTAS	ATÉ 15/01/2020
RESULTADO PRELIMINAR	ATÉ 17/01/2020
INTERPOSIÇÃO DE RECURSO	ATÉ 19/01/2020
RESULTADO FINAL	ATÉ 21/01/2020

6. AVALIAÇÃO DAS PROPOSTAS

As propostas serão avaliadas colegiadamente pelo CTC do **Projeto Brumadinho-UFMG**.

6.1. COMITÊ TÉCNICO CIENTÍFICO

O julgamento e a classificação de propostas são atos exclusivos do Comitê Técnico-Científico (CTC) do **Projeto Brumadinho-UFMG**, que poderá desclassificar propostas em desacordo com esta Chamada.

Os Subprojetos serão avaliados e selecionados do Comitê Técnico-Científico (CTC) do **Projeto Brumadinho-UFMG** e, os aprovados, recomendados ao Juízo, que decidirá pela contratação e execução.

Todos os Subprojetos a serem realizados dependem de aprovação do Juízo para execução, incluindo estimativas de prazos e orçamento. Aprovados pelo juízo, os Subprojetos terão execução supervisionada pelo CTC.

O CTC é composto pelos Profs. Claudia Mayorga (Ciências Humanas), Fabiano Teodoro Lara (Ciências Sociais Aplicadas), Ricardo Machado Ruiz (Ciências Sociais Aplicadas), Efigênia Ferreira e Ferreira (Ciências da Saúde); Adriana Monteiro da Costa (Geociências); Claudia Carvalhinho Windmöller (Química Ambiental), Carlos Augusto Gomes Leal (Ciências Agrárias) e Gustavo Simões (Engenharia).

6.2. AVALIAÇÃO E SELEÇÃO

Como condição para avaliação da proposta, será verificada a consistência documental.

As propostas serão analisadas em três etapas:

6.2.1 Enquadramento: as propostas submetidas serão analisadas pelo Comitê Técnico-Científico (CTC) do **Projeto Brumadinho-UFMG** para verificar se atendem aos termos do presente Edital. Esta etapa é eliminatória.

6.2.2 Mérito: cada proposta enquadrada será analisada quanto ao mérito técnico, científico, relevância, estruturação e adequação metodológica, orçamento e qualificação da equipe, e será classificada em ordem de prioridade. As propostas serão classificadas e recomendadas ao juízo por ordem de classificação.

6.2.3 Homologação: as propostas recomendadas e classificadas na etapa anterior pelo Comitê Técnico-Científico (CTC) do **Projeto Brumadinho-UFMG**, serão encaminhadas ao juízo, que decidirá sobre a contratação de uma ou mais classificadas, quando houver.

6.3 Os critérios de julgamento das propostas apresentadas são:

- 6.3.1 Consistência, mérito, viabilidade do conteúdo e adequação da metodologia da proposta;
- 6.3.2 Competência e experiência prévia dos Coordenadores na área do Subprojeto proposto;
- 6.3.3 Qualificação da equipe para execução do Subprojeto;
- 6.3.4 Plano(s) de trabalho(s) do(s) bolsista(s);
- 6.3.5 Viabilidade de execução do Subprojeto;
- 6.3.6 Adequação dos aparelhos, equipamentos e espaço físico, previstos e orçados para o funcionamento e operacionalização efetiva do Subprojeto;
- 6.3.7 Adequação do cronograma físico-financeiro e do orçamento proposto;

O resultado será divulgado pelo endereço eletrônico, e por email diretamente ao Coordenador dos projetos indicados ao juízo para contratação.



7. ITENS FINANCIÁVEIS

A proposta deverá conter orçamento detalhado, com valor total estimado, que será vinculante para execução do Subprojeto.

7.1. Serão financiados, desde que compatíveis com o objetivo da presente Chamada e devidamente justificados, os seguintes itens de despesa:

- a) equipamentos e material permanente;
- b) material de consumo (incluindo aquisição de livros);
- c) serviços de terceiros;
- d) software;
- e) passagens e diárias, conforme valores definidos pelo Decreto no 6.907/2009;
- f) bolsas, conforme tabela abaixo;
- g) manutenção de equipamentos;
- h) despesas acessórias de importação;
- i) despesas operacionais.

7.2 Não serão financiados recursos destinados à publicação de artigos em revistas e participações em eventos.

7.3 Os valores das Bolsas para Coordenadores, Professores e Estudantes vinculados aos Subprojetos são os seguintes:

Código	Categoria	Valor Máximo
P1	Professor Pesquisador/Extensionista Sênior	R\$9.866,77
P2	Professor Pesquisador/Extensionista Doutor	R\$9.373,43
P3	Pós-Doutorado Sênior	R\$8.880,09
P4	Pós-Doutorado Júnior	R\$8.386,75
P5	Professor Pesquisador/Extensionista ou Técnico Mestre	R\$7.893,42
P6	Professor Pesquisador/Extensionista ou Técnico Graduado	R\$7.400,08
D1	Bolsista Estudante de Doutorado	R\$6.314,74
M1	Bolsista Estudante de Mestrado	R\$4.420,32
IX	Bolsista Estudante de Graduação/Iniciação	R\$1.458,71

P1 - Professor Extensionista/Pesquisador Sênior é Pesquisador com experiência e trajetória acadêmica equivalente ou superior à de Professor Titular em Universidades Federais.

P2 - Professor Extensionista/Pesquisador Doutor é Pesquisador com trajetória acadêmica equivalente à de Professor Adjunto ou Associado em Universidades Federais.

P3 - Pós-Doutorado Sênior é Doutor diplomado há mais de cinco anos.



P4 - Pós-Doutorado Júnior é Doutor diplomado há menos de cinco anos.

P5 - Professor Pesquisador/Extensionista ou Técnico Mestre é especializado vinculado ao projeto com Mestrado ou Doutorado concluído antes do início do período da bolsa.

P6 - Professor Pesquisador/Extensionista ou Técnico Graduado é especializado vinculado ao projeto com formação em nível superior concluída antes do início da bolsa.

D1 - Bolsista Estudante de Doutorado é estudante regular de Curso de Doutorado de Programa de Pós-Graduação reconhecido.

M1 - Bolsista Estudante de Mestrado é estudante regular de Curso de Mestrado de Programa de Pós-Graduação reconhecido.

IX - Bolsista Estudante de Graduação/Iniciação é estudante regular de Curso de Graduação de nível superior (bacharelado, licenciatura ou tecnólogo) reconhecido.

8. ATRIBUIÇÕES DOS COORDENADORES

São atribuições do Coordenador do Subprojeto selecionado:

- a) Responsabilizar-se pela execução das atividades do Subprojeto, conforme proposto e contratado (Anexo I).
- b) Responsabilizar-se pela alocação de todos os recursos do projeto.
- c) Constituir a equipe de execução do Subprojeto, observando os impedimentos constantes do item 4 da presente Chamada.
- 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-UFGM** e do Juízo.

9. DISPOSIÇÕES GERAIS

Para inscrição é necessária a comprovação de submissão do Subprojeto ao Departamento correspondente, conforme normas internas da UFGM. É obrigatória, para a contratação e implementação do Subprojeto, as aprovações da proposta pela Câmara Departamental e Congregação da Unidade ou estruturas equivalentes. O Subprojeto deverá ser registrado no Sistema de Informação da Extensão (SIEX) disponível no endereço eletrônico www.ufmg.br/proex.

Os subprojetos, quando apresentados por docentes/pesquisadores da UFGM, subsumir-se-ão às disposições da Resolução 10/95 do Conselho Universitário da UFGM:

Art. 9º – Do total do valor da prestação de serviços, um percentual de 2% (dois por cento) será destinado à Universidade, para as atividades de fomento acadêmico e de formação e treinamento de recursos humanos.

Art. 10 – Do total do valor da prestação de serviços, um mínimo de 10% (dez por cento) será destinado à Unidade Acadêmica ou Órgão Suplementar.



A execução e os resultados do Subprojeto deverão seguir compromissos éticos e de confidencialidade (Anexo II), incumbindo ao Coordenador Principal a estrita vigilância quanto aos seus termos por todos vinculados ao Subprojeto.

O Comitê Técnico-Científico do *Projeto Brumadinho-UFMG* designará um ou mais membros para supervisão da execução do Subprojeto. Incumbe ao Coordenador Principal do Subprojeto informar previamente e possibilitar o acompanhamento adequado das atividades desenvolvidas no âmbito do Subprojeto pelo(s) membros do CTC designados para a supervisão.

O Comitê Técnico-Científico do **Projeto Brumadinho-UFMG** terá acesso, para acompanhamento e supervisão, ao ambiente da execução financeira-orçamentária, que é de responsabilidade do Coordenador Principal do Subprojeto junto à FUNDEP.

O Comitê Técnico-Científico do **Projeto Brumadinho-UFMG**, supervisionará e avaliará Subprojeto implementado em cada uma das etapas propostas.

Sempre que solicitado, o Coordenador principal deverá prestar os esclarecimentos requeridos pelo CTC a respeito de quaisquer aspectos relativos ao andamento do projeto.

O CTC poderá, de ofício ou por determinação do juízo, reajustar o cronograma físico-financeiro tendo como base a análise decorrente da supervisão e da avaliação das ações.

O CTC acompanhará a execução Subprojetos em todas as suas fases. Os indicadores de cumprimento de atividades e fases propostos serão considerados, mas não exclusivamente, podendo outros elementos relevantes ser levados em consideração.

A submissão de propostas a esta Chamada implica a aceitação de todos os seus termos.

Os casos não previstos nesta chamada serão resolvidos pelo CTC.

ANEXO I – Contrato

ANEXO II – Termo Ético e de Confidencialidade



ANEXO I – Contrato

Contrato de Prestação de Serviços que entre si celebram a Universidade Federal de Minas Gerais, por meio da Faculdade de XXXXXXXXXXXX e a Fundação XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX.

A Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, autarquia federal de regime especial, inscrita no CNPJ sob o nº 17.217.985/0001-04, sediada na Avenida Antônio Carlos, nº 6.627, em Belo Horizonte/MG, doravante denominada simplesmente Contratante, por meio da **Faculdade XXXXXXXXXXXXXXXX**, neste ato representado pelo seu **Diretor XXXXXXXXXXXXXXXX**, residente e domiciliado nesta capital, e a **Fundação XXXXXXXXXXXXXXXX**, inscrita no CNPJ sob o nºXXXXXXXXXXXXXXXXXX, sediada na **Av. Antônio Carlos 6.627.**, aqui representada por seu **Prof. XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX**, residente e domiciliado nesta capital, doravante denominada simplesmente Contratada, celebram o presente contrato de prestação de serviços, baseado nas Leis Federais nº 8.666, de 21 de Junho de 1993, e nº 8.958, de 20 de Dezembro de 1994, regulamentada pelo Decreto nº 7.423, de 31 de dezembro de 2010, que se regerá pelas cláusulas e condições seguintes:

CLÁUSULA PRIMEIRA – DO OBJETO

Constitui objeto deste instrumento a contratação da Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa – FUNDEP com a finalidade de dar apoio ao Subprojeto “Construção, manutenção e alimentação de plataforma interativa”, relativo ao “Termo de Cooperação Técnica nº 037/19-00, firmado entre a Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG e o Juízo da 6ª Vara da Fazenda Pública e Autarquias da Comarca de Belo Horizonte, com interveniência da Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa – FUNDEP”.

Parágrafo Único - O apoio a ser prestado pela Contratada consiste na execução dos serviços, cujas especificações, condições, forma e prazos constam no Subprojeto mencionado, parte integrante do presente contrato.

CLÁUSULA SEGUNDA – DO REGIME DE EXECUÇÃO, DIREITOS E OBRIGAÇÕES DAS PARTES

Os serviços ora contratados reger-se-ão pelas seguintes condições:

Parágrafo Primeiro - É vedado à Contratada subcontratar, no todo ou em parte, os serviços ora contratados.

Parágrafo Segundo - É vedado à Contratada que familiar de agente público preste serviços no órgão ou entidade em que este exerça cargo em comissão ou função de confiança.

Parágrafo Terceiro - São obrigações da Contratada:

I - prestar os serviços na forma e condições definidas no presente instrumento e em conformidade



com as Ordens de Serviço de que trata o inciso I, do Parágrafo Quarto, da Cláusula Segunda, responsabilizando-se pela sua perfeita e integral execução;

II- receber e administrar os recursos destinados à execução do Subprojeto, em conta bancária específica e individualizada para a presente contratação;

III - responsabilizar-se pelo recolhimento de impostos, taxas, contribuições e outros encargos porventura devidos em decorrência da presente contratação, apresentando os respectivos comprovantes ao setor competente da Contratante;

IV - responsabilizar-se pela contratação, fiscalização e pagamento do pessoal porventura necessário à execução do objeto do presente contrato;

V - aplicar no mercado financeiro, por meio de instituições oficiais, os recursos administrados com base no presente instrumento, devendo posteriormente empregá-los, junto com o respectivo rendimento, exclusivamente na execução do Subprojeto de que trata a Cláusula Primeira, observando a prescrição do item 4.2, da Cláusula Quarta, do Termo de Cooperação Técnica nº 037/19-00, firmado entre a Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG e o Juízo da 6ª Vara da Fazenda Pública e Autarquias da Comarca de Belo Horizonte, em que a Contratada figura como interveniente;

VI - restituir ao Juízo da 6ª Vara da Fazenda Pública e Autarquias da Comarca de Belo Horizonte, ao final do contrato, eventual saldo remanescente, monetariamente corrigido e acrescido dos rendimentos percebidos, observando a prescrição do item 4.6, da Cláusula Quarta, do Termo de Cooperação Técnica nº 037/19-00, firmado entre a Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG e o Juízo da 6ª Vara da Fazenda Pública e Autarquias da Comarca de Belo Horizonte, em que a Contratada figura como interveniente;

VII – recolher, mediante depósito na conta única do Tesouro Nacional/UFMG – conta nº ..., agência nº ..., código identificador nº ..., até o ... (...) dia útil do mês subsequente à arrecadação, os valores resultantes da aplicação do disposto na Resolução nº 10/95, do Conselho Universitário;

VIII - responder pelos prejuízos causados à Contratante, em razão de culpa ou dolo de seus empregados ou prepostos;

IX - respeitar e fazer com que seu pessoal cumpra as normas de segurança do trabalho e demais regulamentos vigentes nos locais em que estiverem trabalhando;

X - facilitar, por todos os meios ao seu alcance, a ampla ação fiscalizadora da Contratante, atendendo prontamente às solicitações por ela apresentadas;

XI - responsabilizar-se pela guarda dos documentos relativos ao presente instrumento;

XII - observar rigorosamente o disposto no Decreto nº 8.241, de 21 de maio de 2014, no que tange à aquisição de serviços, materiais e equipamentos necessários à execução do Subprojeto referido na cláusula Primeira deste contrato;

XIII - transferir, de imediato, à Contratante, a posse e uso dos materiais de consumo e bens duráveis adquiridos para execução do Subprojeto referido na Cláusula Primeira;

XIV - formalizar doação à Contratante, sem qualquer encargo, dos bens e equipamentos adquiridos para execução do Subprojeto, observado o disposto na Cláusula Sexta do Termo de Cooperação Técnica nº 037/19-00, firmado entre a Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG e o Juízo da 6ª Vara da Fazenda Pública e Autarquias da Comarca de Belo Horizonte, em que a Contratada figura como interveniente;

XV – ressarcir à Contratante no caso de uso de bens e serviços próprios da instituição apoiada,



para execução do Subprojeto a que se refere a Cláusula Primeira;

XVI - solucionar, judicialmente ou extrajudicialmente, quaisquer litígios com terceiros, decorrentes da execução deste contrato. Na hipótese de a Contratante ser condenada subsidiariamente, caberá a esta direito de regresso contra a Contratada;

XVII - apresentar prestação de contas em até 30 dias após o término da vigência contratual, em conformidade com o disposto no inciso II, do art. 3º, da Lei 8.958/94;

XVIII - sem prejuízo da prestação de contas final prevista no inciso anterior, havendo prorrogação da vigência contratual, apresentar prestação de contas parcial, referente à execução do objeto do contrato e à utilização dos recursos disponibilizados no período inicialmente acordado.

Parágrafo Quarto: São obrigações da Contratante:

I – expedir as Ordens de Serviço necessárias à execução das atividades previstas no Subprojeto a que se refere o *caput* da Cláusula Primeira;

II - acompanhar e fiscalizar a execução físico-financeira do Subprojeto apoiado;

III - receber os serviços ora contratados, após o cumprimento da obrigação:

a) provisoriamente, por meio do responsável, mediante termo circunstanciado, assinado pelas partes em até 15 (quinze) dias da comunicação escrita da Contratada sobre o término do serviço;

b) definitivamente, em até *90 dias*, nos termos da alínea “b”, do inciso I, do art. 73, da Lei nº 8.666/93.

IV - elaborar relatório final, nos termos do § 3º, do art. 11, do Decreto nº 7.423/2010.

CLÁUSULA TERCEIRA - DA COORDENAÇÃO/ FISCALIZAÇÃO

A Contratante indica como Coordenador **Prof. XXXXXXXXXXXX** do Subprojeto “XXXXXXXXXXXXXXXXXX” que acompanhará os serviços da Contratada e o **Prof. XXXXXXXXXXXX** como fiscal, diretamente ou por meio de responsável (is) indicado(s) na forma do art. 67, da Lei nº 8.666/93, o(s) qual (is) poderá (ão) adotar as medidas necessárias ao fiel cumprimento das cláusulas contratuais.

Parágrafo Único – A indicação de novo Coordenador do Subprojeto, caso se faça necessária, dispensa a celebração de termo aditivo, podendo ser formalizada por ato da autoridade competente da Contratante, mediante justificativa e juntada da respectiva documentação aos autos do processo relativo ao presente contrato.

CLÁUSULA QUARTA – DA REMUNERAÇÃO RELATIVA AOS CUSTOS OPERACIONAIS INCORRIDOS NA EXECUÇÃO DO CONTRATO

A Contratada fará jus à importância de R\$... (...), a título de remuneração pelos custos operacionais por ela incorridos, decorrentes do apoio ao Subprojeto a que se refere a Cláusula Primeira.

Parágrafo Primeiro – A importância acima integra o orçamento do Subprojeto a que se refere a Cláusula Primeira, e respeita o disposto item 9.3 da Cláusula Nona do Termo de Cooperação técnica nº 037/19-00, firmado entre a Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG e o Juízo da 6ª Vara da Fazenda Pública e Autarquias da Comarca de Belo Horizonte, em que a contratada figura como interveniente.

Parágrafo Segundo – A remuneração a que se refere o *caput* será efetuada no prazo de ... (fixar)



dias, a contar da apresentação da Nota Fiscal/Fatura ao servidor/setor competente da Contratante, que atestará a sua conformidade com o Relatório de Serviços a que se refere o parágrafo seguinte.

Parágrafo Terceiro – O Relatório mencionado no parágrafo anterior visa comprovar a adequada utilização dos recursos disponibilizados, a efetiva prestação dos serviços o valor dos respectivos custos operacionais, de acordo com o estabelecido no presente contrato e deverá ser encaminhado ao servidor/setor competente da Contratante com periodicidade não inferior a 30 (trinta) dias, para a devida análise e aprovação.

Parágrafo Quarto – Na hipótese de não estar a Nota Fiscal/Fatura em conformidade com o Relatório de Serviços, será procedida a sua devolução à Contratada para as devidas correções, contando o prazo para pagamento a partir de sua reapresentação.

Parágrafo Quinto – A remuneração de que trata esta cláusula será efetivada mediante transferência de recursos da conta bancária específica do Subprojeto para a conta da contratada, cujo valor da parcela será apurado em conformidade com o disposto no Parágrafo Terceiro acima, sendo vedada, portanto, a sua apropriação antecipada.

CLÁUSULA QUINTA - DA DOTAÇÃO ORÇAMENTÁRIA

As despesas decorrentes deste Contrato correrão por conta da seguinte dotação orçamentária: Elemento de Despesa _____, Programa de Trabalho _____ Fonte de recursos _____.

CLÁUSULA SEXTA – DOS VALORES DO SUBPROJETO

Encontram-se especificados no Subprojeto de que trata a Cláusula Primeira os valores necessários à sua execução, contendo, dentre outros elementos, a sua fonte e/ou origem, bem como a forma e o cronograma de como serão disponibilizados à contratada.

Parágrafo Primeiro: - O Subprojeto referido na cláusula primeira deste instrumento possui valor total orçado de R\$ 000.000,00 (...), valor este que contempla os recursos destinados à sua realização, inclusive aqueles a que se refere a cláusula quarta, supra.

CLÁUSULA SÉTIMA - DA DISPENSA DO PROCEDIMENTO LICITATÓRIO

O presente contrato é firmado com dispensa de licitação, nos termos do inciso XIII, do artigo 24, da Lei nº 8.666/93, combinado com o artigo 1º, da Lei nº 8.958/94, vinculando-se ao Processo de Dispensa de Licitação nº 23072.XXXXXX/XXXX-XX

CLÁUSULA OITAVA - DA OBRIGAÇÃO DE MANTER AS CONDIÇÕES EXIGIDAS PARA CONTRATAÇÃO

A Contratada obriga-se a manter, durante toda a execução do contrato, em compatibilidade com as obrigações ora assumidas, todas as condições exigidas para sua contratação.

CLÁUSULA NONA - PUBLICIDADE



Caberá à contratante providenciar a publicação do extrato do presente contrato, no prazo estabelecido no Parágrafo Único, do art. 61, da Lei nº 8.666/93.

Parágrafo único: Para efeito de publicação do extrato deste instrumento no Diário Oficial da União, e respectivo lançamento no sistema de controle e gestão de contratos do Governo Federal, considerar-se-á o valor do contrato como sendo de R\$ 000.000,00 (...) consoante o disposto no parágrafo único da cláusula sexta.

CLÁUSULA DEZ – DA VIGÊNCIA

O presente contrato terá vigência de xxx meses a contar da data de sua assinatura, podendo ser prorrogado nos termos do inciso II, do artigo 57 da Lei nº 8.666/93.

CLÁUSULA ONZE - DAS PENALIDADES

O descumprimento, pela Contratada, de quaisquer cláusulas e/ou condições estabelecidas no presente instrumento ensejará a aplicação, pela Contratante, das sanções constantes nos artigos 86 e 87 da Lei nº 8.666/93, a saber:

I - advertência;

II - suspensão do direito de licitar e impedimento de contratar com a Administração pelo período de até 24 meses;

III - multa de 10% do valor contratado, pela não prestação dos serviços;

IV - multa de 1%, por dia de atraso na prestação do serviço ou parte deste, calculada sobre o respectivo valor;

V - multa de 5% sobre o valor do contrato, por descumprimento de cláusula contratual, exceto a prevista no inciso III;

VI - multa de 5% pela prestação dos serviços fora das especificações estabelecidas pela Contratante, aplicada sobre o valor correspondente ao item ou parte do item a ser prestado;

VII - declaração de inidoneidade para licitar ou contratar com a Administração Pública.

CLÁUSULA DOZE - DA RESCISÃO/DIREITOS DA ADMINISTRAÇÃO

Ocorrendo as situações previstas nos arts. 77 e 78 da Lei Federal nº 8.666/93, o presente Contrato poderá ser rescindido na forma prescrita em seu art. 79.

Parágrafo Único - A inexecução total ou parcial do Contrato, prevista no art. 77 supramencionado, ensejará sua rescisão, sem prejuízo da aplicação das sanções cabíveis e das consequências previstas no art. 80 da referida Lei.

CLÁUSULA TREZE - DO FORO

Nos termos do inciso I, do artigo 109, da Constituição Federal, o foro competente para dirimir dúvidas ou litígios decorrentes deste contrato é o da Justiça Federal, Seção Judiciária de Minas Gerais.

E, por estarem de acordo, as partes firmam o presente instrumento em duas vias, na presença das testemunhas abaixo.

Belo Horizonte, de de .

Prof. XXXXXXXXXX



Diretor XXXXXXXXXXXXXXX

Prof. XXXXXXXXXXXXXXX
Presidente da XXXXXXXXX

Testemunhas

1. _____
(Fundação)

2. _____
(Coordenador do Subprojeto)



ANEXO II – Termo Ético e de Confidencialidade

Termo Ético e de Confidencialidade a ser firmado por todas pessoas físicas ou jurídicas que de qualquer forma trabalharem no Subprojeto “Construção, manutenção e alimentação de plataforma interativa”.

(NOME COMPLETO E DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DA PESSOA), (função no Projeto), (nome ou número de identificação do subprojeto), 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 6ª Vara 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 *amicus curiae* nos processos indicados **acima**, ou em processos movidos contra quaisquer das partes ou *amicus 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 *amicus 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 *amicus curiae* descritos **acima**, do Juízo e de membros do CTC do **Projeto Brumadinho-UFMG**;
- e) NÃO formulou pedidos relacionados com o rompimento da Barragem da Mina “Córrego do Feijão” a quaisquer das partes ou *amicus 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 *amicus curiae* descritos **acima**, em juízo ou fora dele;
- f) NÃO É sócio ou membro de direção ou de administração de quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos **acima**;
- g) NÃO É herdeiro presuntivo, donatário ou empregador de quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos **acima**;
- h) NÃO É empregado ou tenha qualquer relação de subordinação ou dependência com quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos **acima**;
- i) NÃO prestou serviços relacionados com o rompimento da Barragem da Mina “Córrego do Feijão” a quaisquer das partes ou *amicus 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 *amicus curiae* descritos **acima**;
- k) NÃO tem em curso a ação contra quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos **acima**, ou seu advogado;
- l) NÃO É amigo íntimo ou inimigo de quaisquer das partes ou *amicus 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 *amicus 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 *amicus curiae* descritos **acima**;
- o) NÃO TEM interesse direto no julgamento dos processos em favor de quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos **acima**.

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

BELO HORIZONTE, **DATA**.

NOME COMPLETO

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DA PESSOA



PROPOSTAS APRESENTADAS



Centro de Transposição de Peixes
Departamento de Zoologia
Universidade Federal de Minas Gerais

COLETA DE AMOSTRAS DA ICTIOFAUNA DA BACIA DO RIO PARAPEBA
PARA ANÁLISE PATOLÓGICA E TOXICOLÓGICA

Proposta apresentada ao
Comitê Técnico Científico do
Projeto Brumadinho-UFMG

Belo Horizonte
Janeiro de 2020



INTRODUÇÃO

O rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão em 25 janeiro de 2019 no município Brumadinho foi um dos maiores desastres socioambientais da história brasileira (França, 2018). Na ocasião do rompimento, a barragem acumulava 12,7 milhões de m³ de rejeito de mineração. A maior parte do rejeito foi carregada para jusante, destruindo 292 hectares, dos quais 150 hectares de vegetação nativa (SEMAD, 2019) e provocando a morte de 259 pessoas e o desaparecimento de outras 11.

O rejeito desceu pelo córrego Ferro-Carvão e atingiu a calha do rio Paraopeba a 8,5 km de rio (kmr) do local do rompimento. Houve aumento de cerca de 750 vezes na turbidez da água do rio Paraopeba comparada à turbidez da série histórica (IGAM, 2019) e expressivo impacto na sua biota. O IBAMA constatou mortalidade aguda de peixes causada pelo rompimento no encontro do córrego Ferro-Carvão com o rio Paraopeba entre 26 e 31 de janeiro de 2019 e após algumas chuvas de maior intensidade, ocorridas em 16 e 17 de fevereiro (IBAMA, 2015). Ao todo, foram recolhidas 1.773 carcaças de peixes, sendo 98% coletados no rio Paraopeba entre o córrego Ferro-Carvão e a Usina Termoeletrica de Igarapé, em Juatuba. Além disso, em 12 e 13 de março de 2019, 306 carcaças de mandi-amarelo (*Pimelodus maculatus*) foram recolhidas a jusante da Usina Hidrelétrica de Retiro Baixo, localizada no baixo rio Paraopeba, a cerca de 370 kmr da Barragem I. Estudo elaborado antes do rompimento da barragem da Barragem I já previa o impacto desse tipo de ocorrência nos peixes do rio Paraopeba. Ele sugeriu que o rompimento poderia levar a extinção local de 14 espécies endêmicas do rio São Francisco, 10 espécies de interesse comercial, 7 espécies reofílicas e 2 espécies de cabeceira (França, 2018).

O rompimento da barragem em Brumadinho foi semelhante ao ocorrido no município de Mariana em 2015 quando uma outra se rompeu levando ao falecimento de 19 pessoas, alterando o abastecimento de água de centenas de milhares de pessoas e afetando mais de um milhão de habitantes (Fernandes et al., 2016). O rompimento da barragem em Mariana levou a perda total e irrecuperável de habitats aquáticos ao longo de dezenas de kmr além de impactar uma vasta região oceânica a partir da foz do rio Doce. É muito provável que os efeitos do rompimento de barragem em Brumadinho não sejam inferiores aos impactos provocados pelo rompimento da barragem em Mariana. Mas poucos estudos já foram publicados sobre esses impactos, dado o pouco tempo ocorrido do rompimento ou por não ter havido tempo suficiente para que alguns impactos sejam manifestados devido à latência (atraso) nas respostas biológicas.



Os impactos imediatos do rompimento da barragem em Mariana foram a destruição completa de habitats aquáticos e elevada mortalidade de diferentes espécies de peixes pelo soterramento (Figura 1). Em médio e longo prazos, o rompimento levou ao aumento dos sedimentos e da turbidez ao longo do rio Doce, até a sua foz, distante cerca de 800 km do local do acidente. O aumento do sedimento em suspensão, principalmente o composto por pequenas partículas, leva ao entupimento de brânquias. Os metais pesados do rejeito, como alumínio, cobre, arsênio, cádmio, cromo e chumbo, possuem diversos efeitos adversos na ictiofauna (ICMBIO, 2016; Gomes et al., 2018; Bonecker et al., 2019). Experimento expondo exemplares do peixe *Geophagus brasiliensis* à água do rio Doce após o rompimento da barragem em Mariana indicou elevado grau de genotoxicidade da água. A presença de metais pesados, principalmente cobre, acarretou no aumento do número de eritrócitos micronucleares no índice de dano no DNA dos indivíduos (Gomes et al., 2018). Outros estudos expondo indivíduos do peixe *Oreochormis niloticus* as águas contaminadas do rio Doce também apresentaram resultados semelhantes (Vargas, 2017).



Figura 1: Carcaças de peixes do rio Doce próximos à ponte de Queimada Grande, adjacente ao Parque Estadual do Rio Doce, após o rompimento da barragem do Fundão de 2015 (Fotos: Elvira Nascimento).

Laudos sobre qualidade da água na foz do rio Doce indicaram aumento de 20 vezes na concentração de ferro e 6 vezes na de alumínio comparada à da série histórica (ICMBIO, 2016). O mesmo laudo apontou para concentrações de arsênio, cádmio e chumbo superiores aos permitidos pela legislação para produtos alimentícios em tecidos dos peixes marinhos linguado (*Pseudopleuronectes americanus*), peroá (*Balistes capriscus*) e peixe-rocador (*Condon nobilis*) amostrados a centenas de quilômetros da foz do rio Doce (ICMBIO, 2016).



Amostragem feita na foz do rio Doce, entre janeiro e abril de 2016, identificou sedimentos avermelhados aderidos aos corpos de algumas espécies de peixes (*Choloroscombrus chrysurus*, *Stellifer* spp. e *Trinectes paulistanus*). Foram também observados danos nos tratos digestivos de alguns indivíduos de *C. chrysurus* e de *Monacanthus ciliatus* coletados em abril de 2016 (Bonecker et al., 2019).

Ainda mais alarmantes são evidências do acúmulo de metais essenciais e pesados em tecidos de raias (*Narcine brasileinsis*) coletadas no mar a 300 km da foz do rio Doce, i.e., a mais de mil quilômetros de distância do local do rompimento da barragem de Mariana. A contaminação foi encontrada em diferentes tecidos como gônadas, músculo, órgãos elétricos, brânquias e fígado, com consequências deletérias potenciais para reprodução, o comportamento e a sobrevivência dos indivíduos (Lopes et al., 2019). Além disso, esse estudo indicou que os embriões dos indivíduos contaminados também estavam contaminados, configurando evento de transferência maternal e gerando preocupação ainda maior sobre os efeitos de rompimentos em longo prazo nas populações de peixes (Alves, 2012).

Em muitos casos, mesmo que os contaminantes ocorram em baixa concentração no ambiente, eles podem estar presentes em maiores concentrações nos peixes, particularmente nos predadores de topo de cadeia dado o efeito da bioacumulação.

Cabe pontuar que o estudo histopatológico e ecotoxicológico de peixes afetados por rompimentos de barragens de rejeito possui importância não somente à conservação da biodiversidade aquática, mas também para a saúde e política públicas. Nesse sentido, torna-se fundamental a mensuração de contaminantes como metais pesados, essenciais e compostos orgânicos tóxicos nos peixes em corpos d'água afetados por rompimento de barragem de rejeito, bem como o monitoramento de tais parâmetros ao longo prazo.

OBJETIVOS

O objetivo geral desta proposta é realizar a confecção de plano amostral e, posteriormente, a captura (de acordo com o plano confeccionado) de exemplares da ictiofauna na bacia do Rio Paraopeba, para coleta de amostras biológicas para futuras análises patológicas e toxicológicas.

E os objetivos específicos são: (i) confeccionar plano amostral, de acordo com metodologia científica aceita nacional ou internacionalmente, para monitoramento de ictiofauna; (ii) coletar as principais espécies de peixes da bacia do rio Paraopeba a jusante do córrego Ferro-Carvão; (iii) identificar os peixes coletados a nível de gênero ou espécie e



determinar as principais medidas biométricas e anatômicas desses animais; (iv) coletar e fixar amostras de órgãos (brânquias, rim, fígado, coração, intestino, estômago, cérebro, gônadas e pele) para análise histopatológica dos peixes coletados; e (v) coletar órgãos (fígado, musculo, pele, intestino e estômago) para análise toxicológica (metais, metaloides e compostos orgânicos tóxicos) dos peixes amostrados.

Além dos objetivos específicos acima, que são os mesmos definidos na Chama Pública Interna Induzida 04/2019, a presente proposta tem como objetivo específico realizar coleta piloto para determinar o número de indivíduos (tamanho amostral) a ser coletado por espécie para as análises histopatológicas e toxicológicas e o esforço de pesca necessário para alcançar esse número.

MATERIAIS E MÉTODOS

Coleta piloto

A amostragem de peixes da coleta piloto será feita em seis pontos de coleta localizados no rio Paraopeba a jusante da foz do córrego Ferro-Carvão. Amostragem em outros pontos de coleta poderão ser conduzidos. Cada ponto de coleta será amostrado por até três dias. Localização dos pontos de coleta a serem amostrados é:

PC1 – 2 kmr da foz do córrego Ferro-Carvão (coordenadas 23K 585896E 7771686S, município de Brumadinho, Fig. 2);

PC2 – 32 kmr da foz do córrego Ferro-Carvão e próximo à UTE de Igarapé (coordenadas 23K 575208E 7792410S, município de Juatuba, Fig. 3);

PC3 – 114 kmr da foz do córrego Ferro-Carvão e próximo a ponte da MG-238 (coordenadas 23K 545967E 7835428S, município de Cachoeira da Prata);

PC4 – a 194 kmr da jusante da foz do córrego Ferro-Carvão e próximo à ponte da MG-420 (coordenadas 23K 531423E 7879993S, município de Curvelo);

PC5 – a 224 kmr a jusante da foz do córrego Ferro-Carvão e próximo à Cachoeira do Choro (coordenadas 23 K 528196 7896982, município de Pompeu, Fig. 4); e

PC6 – a 256 kmr a jusante da foz do córrego Ferro-Carvão, no reservatório de Retiro Baixo (23K 523477E 7911565S, municípios de Pompeu e Curvelo, Fig. 5).

A captura dos peixes será feita por pescadores locais supervisionados por biólogo. Diferentes petrechos de pesca serão empregados para a amostragem da maior diversidade



possível de espécies e de dietas, além de tamanhos. Entre os petrechos de pesca a serem utilizados incluem anzóis, peneiras, tarrafas, rede de arrasto e redes de espera de malhas de 3 a 12 cm. Outros petrechos de pesca poderão ser utilizados caso a necessidade de seu uso seja detectada. Estima-se que serão capturados até 300 espécimes na coleta piloto.

Após a despesca, os peixes vivos serão eutanasiados em água contendo 200 mg.L⁻¹ de eugenol. Cada espécime será, então, identificado ao nível de específico (de preferência) ou gênero por biólogo, pesado, medido e alterações macroscópicas e anomalias anatômicas ou fisiológicas classificadas e quantificadas por médico veterinário.

De cada espécime serão também retiradas amostras para avaliação toxicológica de acordo com protocolo descrito no boletim técnico USGS/BRD/ITR-1999-2000 (USGS, EUA, 1999) para avaliação de metais pesados. Os órgãos (peixes grandes: fígado, músculo, pele, intestino e estômago; peixes pequenos, alevinos e juvenis: músculo e vísceras) serão acondicionados em tubos individuais e mantidos sob refrigeração ($\leq -4^{\circ}\text{C}$) até congelamento. De cada um deles, será determinada a concentração de arsênio, cádmio, chumbo e mercúrio.

Tamanho amostral

Os dados obtidos de cada espécie na coleta piloto serão utilizados na análise de poder para determinar o tamanho amostral a ser alcançado no Plano Amostral Final (PAF) de acordo com Cohen (1988). O tamanho amostral será determinado para as análises patológica e toxicológica, separadamente.

Para a análise patológica, o cálculo do tamanho amostral será feito para as patologias (alterações e anomalias anatômicas ou fisiológicas) macroscopicamente identificáveis em campo. Para cada uma delas, a frequência de ocorrência da patologia na amostra será utilizada para calcular o tamanho da amostra necessário para estimar a frequência de ocorrência da patologia na população com acurácia de 5% e intervalo de confiança de 95% para tamanho populacional de 100 mil. Esses cálculos serão conduzidos separadamente para cada espécie utilizando-se a calculadora disponível em <https://select-statistics.co.uk/calculators/sample-size-calculator-population-proportion/>.

Para a análise toxicológica, o tamanho amostral será determinado para arsênio, cádmio, chumbo e mercúrio. A variância da concentração de cada metal será estabelecida por espécie coletada na amostra piloto. A variância será, então, utilizada para o cálculo do tamanho amostral necessário para obter a média da concentração do metal na população com margem de erro de 5% e intervalo de confiança de 95%, considerando tamanho populacional de 100 mil



indivíduos. Esses cálculos serão feitos com a calculadora disponível em <https://select-statistics.co.uk/calculators/sample-size-calculator-population-mean/>.

No PAF, será adotado para as coletas das amostras destinadas à análise histopatológica o maior tamanho amostral obtido entre todas as patologias observadas para cada espécie. No caso das amostras para análise toxicológica, também será adotado, para cada espécie, o maior tamanho amostral obtido entre os metais analisados.

A coleta piloto também fornecerá dados para estimar o esforço de pesca a ser empregado no PAF necessário para atingir o tamanho amostral para as análises histopatológica e toxicológica. Para isso, será determinada a captura por unidade de esforço de pesca (CPUE) para cada espécie utilizando-se a equação $CPUE = N \cdot EP^{-1}$, onde N = número de indivíduos capturados e EP = esforço de pesca (Hubert & Fabrizio, 2007). Como diversos petrechos de pesca serão utilizados na captura de peixes, a CPUE será calculada por petrecho. Assim, o esforço de pesca será o tempo de pesca para anzol, número de peneiradas, número de lances da tarrafa, área amostrada com a rede de arrasto e área da rede de espera. Petrecho de pesca com pequena CPUE deverá ser eliminado do PAF, exceto se ele amostrar, em quantidade suficiente, determinada espécie que não seja capturada por outro petrecho qualquer.

A lista das espécies de peixes amostradas na coleta piloto será comparada à lista de 95 espécies de peixes da bacia rio Paraopeba de Alves & Leal (2010) para verificar se as principais espécies de peixes da bacia foram amostradas. Caso todas elas tenham sido amostradas na coleta piloto, os mesmos pontos de amostragem utilizados nessa coleta tenderão a ser utilizados no PAF. Caso contrário, outros pontos de amostragens deverão ser incluídos no PAF.

Plano Amostral Final

Quatro campanhas de 15 dias serão conduzidas no PAF para a coleta de peixes. A cada campanha, as coletas serão realizadas em, pelo menos, seis pontos de coletas ao longo do rio Paraopeba. A princípio, as coletas ocorrerão nos mesmos pontos da coleta piloto, mas novos pontos de coleta poderão ser incluídos, enquanto pontos de coleta já amostrados poderão ser excluídos dependendo dos resultados obtidos na coleta piloto. Cada ponto de coleta será amostrado por um a três dias a cada campanha. Estima-se que serão capturados de 600 a 900 peixes por campanha.

A metodologia do PAF seguirá, em linhas gerais, a metodologia adotada na coleta piloto. Assim, a equipe de campo será composta por um doutor coordenador e duas turmas: a de captura e a de processamento. A equipe de captura será formada por um biólogo e dois ou



mais pescadores, enquanto a turma de processamento, por um veterinário patologista e dois técnicos ambientais. A equipe de captura ficará responsável pela captura, eutanásia e identificação taxonômica dos peixes, e a turma de processamento pela biometria, observação anatomofisiológica e coleta de amostras para análises histopatológicas e toxicológicas.

A captura dos peixes será realizada pelos pescadores supervisionados por biólogo. A captura deverá ser feita com os mesmos petrechos de pesca utilizados na coleta piloto, mas outros petrechos de pesca também poderão ser utilizados caso a necessidade de seu uso seja percebida. Após a captura, os peixes serão eutanasiados em água contendo 200 mg/L de eugenol. Eles serão, então, identificados a nível de gênero ou espécie e entregues à equipe de processamento. Essa equipe medirá o peso e os comprimentos total e padrão de cada exemplar. Eles serão examinados por médico veterinário para alterações macroscópicas e anomalias anatômicas ou fisiológicas nos animais, não associadas a captura, que terão registro fotográfico e escrito.

Amostras para fins de avaliação patológica serão coletadas de acordo com protocolo descrito no capítulo 3.2.6 do “Manual de Coleta e Remessa de Amostras para Diagnóstico de Enfermidades de Animais Aquáticos na Rede Nacional de Laboratórios do Ministério da Pesca e Aquicultura – RENAQUA, (CGSAP/DEMOC/SEMOC/MPA, Governo Federal, 2013). Os órgãos (brânquias, rim, fígado, coração, intestino, estômago, cérebro, gônadas e pele) serão fixados em formol 10% tamponado por pelo menos 24 horas e posteriormente armazenados em etanol 70% em tubos herméticos.

As amostras para avaliação toxicológica serão coletadas de acordo com protocolo descrito no boletim técnico USGS/BRD/ITR-1999-2000 (USGS, EUA, 1999) para avaliação de metais, metaloides e compostos orgânicos tóxicos. Os órgãos (peixes grandes: fígado, musculo, pele, intestino e estômago; peixes pequenos, alevinos e juvenis: musculo e vísceras) serão acondicionados em tubos individuais e transportados sob refrigeração ($\leq -4^{\circ}\text{C}$) em prazo hábil, de acordo com o boletim supramencionado, para criopreservação.

As amostras serão acondicionadas em frascos identificados por código de barras GS1-128 ou identificação equivalente. Os frascos serão entregues ao Comitê Técnico Científico (CTC) do Projeto Brumadinho-UFMG. Eles irão acompanhados de informações sobre a amostra, sua coleta, o responsável pela coleta e pela auditoria da coleta, o transporte e pelo recebimento para armazenamento, dentre outras informações relevantes. O PC de cada amostra será georreferenciado por GPS (calibração DATUM SIRGAS2000). Indivíduos testemunho de cada



espécie serão utilizados para confirmação taxonômica em laboratório e tombamento na coleção ictiológica do CEFET-MG.

Todas as capturas de peixes estarão respaldadas pela Licença Permanente para a Coleta de Material Zoológico número de 10306-1 de 16/09/2007 emitida pelo IBAMA em nome de Alexandre Lima Godinho, coordenador da presente proposta.

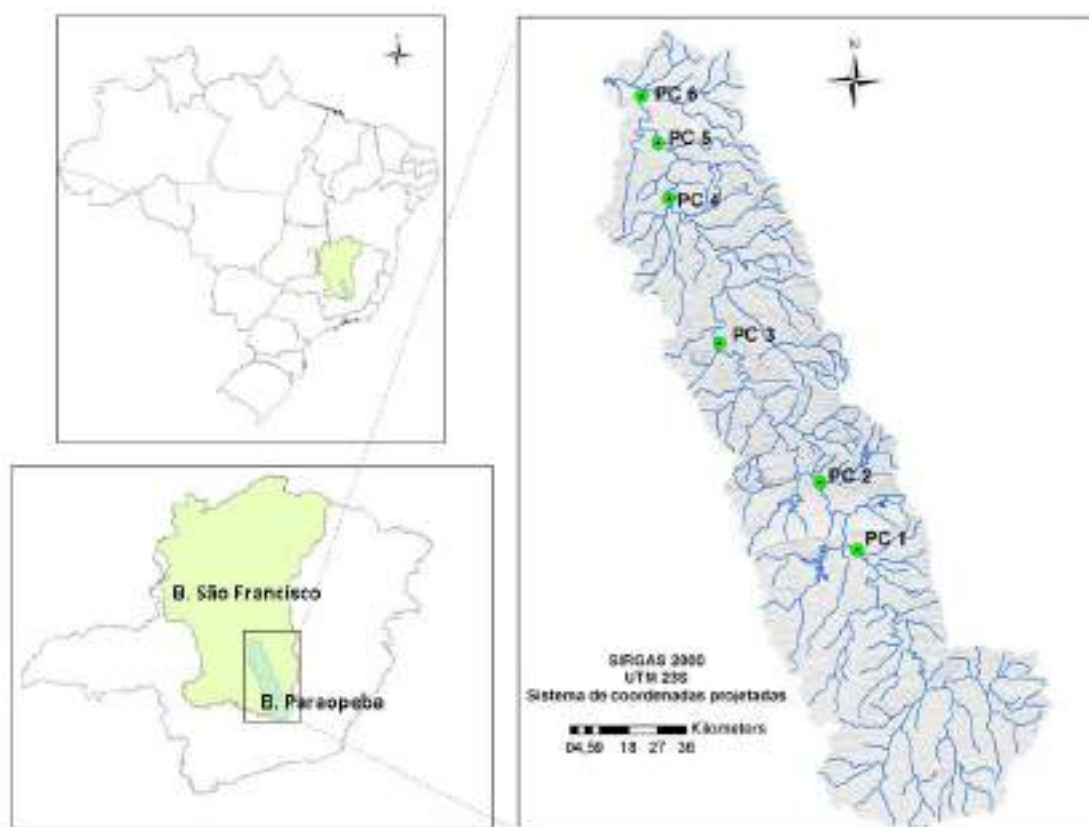


Figura 1: Bacia do rio Paraopeba com a indicação dos pontos de coleta (PC) da coleta piloto.



Figura 2: Ponto de coleta 1 próximo a foz do córrego Carvão-Feijão no alto rio Paraopeba.



Figura 3: Ponto de coleta 2 a jusante da UTE de Igarapé no médio rio Paraopeba.





Figura 4. Ponto de coleta 5 no distrito de Cachoeira do Choro, Curvelo, baixo rio Paraopeba.



Figura 5: Ponto de coleta 6 localizado no reservatório de Retiro Baixo no baixo rio Paraopeba.



EQUIPE

Bolsistas

- Prof. Alexandre L. Godinho (coordenador geral; <http://lattes.cnpq.br/1973152154381987>)
- Prof. Thiago C. Ribeiro (coordenador de equipe de campo; <http://lattes.cnpq.br/4910607492644260>)
- Pós-Doutorado Sênior (coordenador de equipe de campo, a indicar)

Autônomos

- Biólogo (coordenador da turma de captura, a indicar)
- Médico Veterinário (coordenador da turma de processamento, a indicar)
- Técnico em meio ambiente (a indicar)
- Técnico em meio ambiente (a indicar)

PLANO DE TRABALHO DOS BOLSISTAS

Os bolsistas deste projeto ficarão responsáveis pela coordenação geral do projeto e pela coordenação da equipe de campo. A coordenação geral ficará responsável pela contratação e admissão dos autônomos, execução financeira e revisão dos relatórios parcial e final. Será também responsabilidade da coordenação geral o treinamento da equipe, particularmente nas atividades de campo. A coordenação do campo, juntamente com os coordenadores de campo, instruirá os demais membros da equipe de campo, inclusive os pescadores, sobre as técnicas adequadas de amostragem, manuseio, eutanásia e coleta, etiquetagem e conservação de amostras.

Os coordenadores de campo ficarão responsáveis pelas campanhas de campo. Assim, compete a eles organizarem todo o material a ser utilizado em campo, bem como, planejar o roteiro e a logística. Será também responsabilidade deles que a captura, o manuseio, a eutanásia e a coleta, a etiquetagem e a conservação das amostras sejam feitas de acordo com o treinamento realizado. Os coordenadores de campo serão responsáveis pela entrega das amostras ao CTC, juntamente com as informações relativas à amostra, à sua coleta, ao responsável pela coleta, pela auditoria da coleta, pelo transporte e pelo recebimento para armazenamento, dentre outras. Os coordenadores elaborarão os relatórios parcial e final.



ORÇAMENTO

Item de dispêndio	Unidade	Quantidade	Custo unitário (R\$)	Custo total (R\$)
Pessoal				
Professor Pesquisador/Extensionista Doutor (Código P2)	Mês	5	9.373,43	46.867,15
Professor Pesquisador/Extensionista Doutor (Código P2)	Mês	5	9.373,43	46.867,15
Pós-Doutorado Sênior (Código P3)	Mês	5	8.880,09	44.400,45
Técnico graduado: Biólogo	Mês	5	7.400,08	37.000,40
Técnico graduado: Médico Veterinário	Mês	5	7.400,08	37.000,40
Técnico de meio ambiente	Mês	10	1.458,71	14.587,10
Pescador	Diária	300	170,00	51.000,00
Subtotal				277.722,65
Material permanente				
Balança Pesola	Unidade	4	350,00	1.400,00
Impressora de código de barra	Unidade	1	1.600,00	1.600,00
Microscópio estereoscópico (c/ lâmpada de reposição)	Unidade	1	10.000,00	10.000,00
Notebook	Unidade	2	2.500,00	5.000,00
Subtotal				18.000,00
Material de consumo				
Álcool	Galão 5L	60	48	2.880,00
Caixa isotérmica	Unidade	10	150,00	1.500,00
Caixa para transporte de amostras histopatológicas	Unidade	6	150,00	900,00
Cassetes histológicos	Pacote	41	115,00	4.715,00
Diesel para Mitsubishi	L	500	3,80	1.900,00
Diversos				5.000,00
EPI	Kit	10	500,00	5.000,00
Formol	Galão 5L	60	80	4.800,00
Frascos para armazenamento de cassetes histológicos	Pacote	29	40,00	1.160,00
Gasolina com óleo dois tempos para motor de popa	L	350	5,00	1.750,00
Gasolina para Strada	L	500	4,80	2.400,00
Gelo	Pacote	80	25	2.000,00
Lacre numerado	Pacote	2	250	500,00
Material cirúrgico	Kit	4	400,00	1.600,00
Material de escritório	Kit	4	50	200,00
Material de pesca (redes, tarrafas, varas, peneiras)	kit	10	1.200,00	12.000,00
Mesa de campo	Unidade	4	500,00	2.000,00
Papel a prova d'água A4	Pacote	3	181,00	543,00
Sacos plásticos	Pacote	10	55	550,00
Toldo	Unidade	2	3.000,00	6.000,00
Tubos Falcon	Pacote	225	50	11.250,00
Subtotal				68.648,00
Serviços de terceiros				
Aluguel camionete tipo Fiat Strada	Diária	75	120,00	9.000,00
Aluguel camionete tipo Mitsubishi L200	Diária	75	380,00	28.500,00
Aluguel de barco e motor de popa	Diária	75	250,00	18.750,00
Análise de metais pesados	Unidade	300	215,00	64.500,00
Subtotal				120.750,00
Diária				
Diária	Dias	525	177,00	92.925,00
Subtotal				92.925,00
Total parcial				578.045,65
Taxas UFGM				82.577,95
TOTAL				660.623,60



O material permanente listado do orçamento será necessário para pesagem dos peixes (balanças), imprimir etiquetas para rotulagem de frascos contendo amostras para análises histopatológicas e toxicológicas (impressora), confirmação taxonômica dos peixes (microscópio estereoscópico) e coleta de dados em campo (notebook).

CRONOGRAMA EXECUTIVO

Atividade	Mês				
	1	2	3	4	5
Coleta piloto	■				
Processamento de amostras	■				
Envio do Plano de Trabalho Final		■			
Coleta de amostras do Plano de Trabalho Final		■	■	■	■
Entrega de amostras e dados ao CTC		■			
Entrega de relatórios parcial e final			■	■	■

INDICADORES DE CUMPRIMENTO DE ATIVIDADES E FASES

Atividade	Indicador de cumprimento
Coleta piloto	Dados e amostras dos peixes coletados
Processamento de amostras	Dados sobre a concentração de metais pesados nos peixes amostrados na coleta piloto
Envio do Plano de Trabalho Final	Entrega do Plano de Trabalho Final
Coleta do Plano de Trabalho Final	Entrega de amostras e dados ao CTC
Entrega de relatórios parcial e final	Entrega de relatórios parcial e final

CRONOGRAMA DE DESPESAS, AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS E SERVIÇOS DE TERCEIROS

Rubrica	Mês				
	1	2	3	4	5
Pessoal	■	■	■	■	■
Material permanente			■		
Material de consumo	■	■	■	■	■
Serviços de terceiros	■	■	■	■	■
Diária	■	■	■	■	■

CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO

Rubrica	Mês					Total
	1	2	3	4	5	
Pessoal	55.544,53	55.544,53	55.544,53	55.544,53	55.544,53	277.722,65
Material de consumo	18.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18.000,00
Material permanente	17.500,00	12.787,00	12.787,00	12.787,00	12.787,00	68.648,00
Serviços de terceiros	24.150,00	24.150,00	24.150,00	24.150,00	24.150,00	120.750,00
Diária	18.585,00	18.585,00	18.585,00	18.585,00	18.585,00	92.925,00
Taxas	19.111,36	15.866,65	15.866,65	15.866,65	15.866,65	82.577,95
Total	152.890,89	126.933,18	126.933,18	126.933,18	126.933,18	660.623,60



REFERÊNCIAS

- Alves, C. B. M. (2012). A ictiofauna e a escada experimental para peixes do rio Paraopeba-UTE Igarapé, bacia do rio São Francisco (Minas Gerais), pp. 59–81. In: Lopes, J. M. & Silva, F. O. (org.) *Transposição de Peixes*. Belo Horizonte: Cemig. 173p.
- Alves, C. B. M. & Leal C. G. (2010). Aspectos da conservação da fauna de peixes da bacia do rio São Francisco em Minas Gerais. *MG.Biota*, 2(6), 26–50.
- Bonecker, A. C. T., de Castro, M. S., Costa, P. G., Bianchini, A., & Bonecker, S. L. C. (2019). Larval fish assemblages of the coastal area affected by the tailings of the collapsed dam in southeast Brazil. *Regional Studies in Marine Science*, 32, 100848.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. s.l.: Lawrence Erlbaum. 567pp.
- Fernandes, G. W., Goulart, F. F., Ranieri, B. D., et al. (2016). Deep into the mud: Ecological and socio-economic impacts of the dam breach in Mariana, Brazil. *Natureza & Conservação*, 14(2), 35–45.
- França, L.E. (2018). *Barragem de rejeito não seguras da bacia do Paraopeba, Minas Gerais: riscos para os recursos hídricos e a ictiofauna*. Dissertação (Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais) Departamento de Cartografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais
- Gomes, L. C., Chippari-Gomes, A. R., Miranda, T. O. & et al. (2018). Genotoxicity effects on *Geophagus brasiliensis* fish exposed to Doce River water after the environmental disaster in the city of Mariana, MG, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 79(4), 659–664.
- Hubert, W.A. and Fabrizio, M.C., 2007. Relative abundance and catch per unit effort, pp. 279-325. In: Guy, C. S. & Brown M. L. (ed.) *Analysis and interpretation of freshwater fisheries data*. Bethesda: American Fisheries Society.
- IBAMA. (2015). *Laudo técnico preliminar: Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais [Preliminary technical report: environmental impacts of the disaster involving the disruption of Fundão dam in Mariana, Minas Gerais]*. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
- ICMBIO. (2016). *Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Resultados preliminares da avaliação do impacto do acidente da Samarco no ambiente marinho. Ofício nº 225/2016—GABI/PRES/ICMBio. Brasília, 22 de março de 2016*. Recuperado de http://www.mpf.mp.br/es/sala-de-imprensa/docs/doc-3_20160036149-1-ibama.pdf
- IGAM (2019). *Informativo nº 32-Informativo diário dos parâmetros de qualidade das águas nos locais monitorados ao longo do Rio Paraopeba, após o desastre na barragem B1 no*

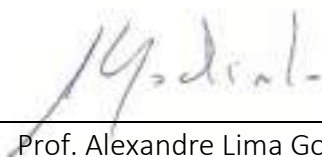


complexo da Mina Córrego Feijão da Mineradora Vale/SA no município de Brumadinho-Minas Gerais. s.l. IGAM. 141 p.

Lopes, C. A., Araujo, N. L. F., Rocha, L. & et al. (2019). Toxic and essential metals in *Narcine brasiliensis* (Elasmobranchii: Narcinidae): A baseline ecotoxicological study in the Southeast Atlantic and preliminary maternal transfer implications. *Marine Pollution Bulletin*, 149, 110606.

SEMAD (2019). Nota de esclarecimento 13 – Desastre Barragem B1. Disponível em: <<http://www.meioambiente.mg.gov.br/noticias/1/3757-nota-de-esclarecimento-13-desastre-barragem-b1>> Acessado em: 06/12/2019

Vargas, I.B., Mainardi, V.F., Aguiar, L.L., de Souza, D.L., Piedade, A.E., Rangel, T.P., de Almeida, D.Q.R., Mendonça, P.P., de Rezende, C.E., de Oliveira David, J.A., Vergilio, C.S (2017). Potencial mutagênico e genotóxico de peixes expostos ao sedimento do rio Doce após o rompimento da barragem. *Revista Univap*, 22(40), 595.



Prof. Alexandre Lima Godinho



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA**

PROJETO BRUMADINHO-UFMG

**PROPOSTA DE SUBPROJETO APRESENTADA À
CHAMADA PÚBLICA INTERNA INDUZIDA Nº 04/2019**

**COLETA DE AMOSTRAS DA ICTIOFAUNA DA BACIA DO RIO
PARAOPEBA PARA ANÁLISE PATOLÓGICA E TOXICOLÓGICA**

Belo Horizonte

2020



1. JUSTIFICATIVA*

Em 25 de janeiro de 2019, a Barragem I da Mina “Córrego do Feijão”, em Brumadinho, Minas Gerais, se rompeu. O fato ocasionou o falecimento e desaparecimento de 270 pessoas, além de uma série de consequências e impactos pessoais, sociais, ambientais, econômicos e em patrimônios por longa extensão territorial, em especial na Bacia do Rio Paraopeba. Em função do rompimento da Barragem da Mina “Córrego do Feijão” foram ajuizadas 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 6ª Vara da Fazenda Pública da Comarca de Belo Horizonte. No âmbito desses processos judiciais foi concebido o “Projeto de Avaliação de Necessidades Pós-Desastre do colapso da Barragem da Mina Córrego do Feijão”, aprovado em audiência e consolidado mediante o Termo de Cooperação Técnica nº 037/19, firmado entre a UFMG e o Juízo da 6ª Vara da Fazenda Pública da Comarca de Belo Horizonte.

O “Projeto de Avaliação de Necessidades Pós-Desastre do colapso da Barragem da Mina Córrego do Feijão” (Projeto Brumadinho-UFMG) tem como objetivo geral auxiliar o Juízo da 6ª 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. Os objetivos específicos do Projeto Brumadinho-UFMG são: identificar e avaliar as necessidades emergenciais, os impactos socioeconômicos, ambientais, na saúde, na educação, nas estruturas urbanas, no patrimônio cultural material e imaterial e nas populações ribeirinhas, dentre outros impactos, em escala local, microrregional, mesorregional e regional; e ainda apresentar as necessidades de recuperação e reconstrução em Relatório de Avaliação Consolidado e desenvolver Plano de Recuperação. O Comitê Técnico-Científico do Projeto Brumadinho-UFMG é responsável por elaborar chamadas públicas para seleção de subprojetos e supervisionar a implementação e execução dos subprojetos, para consecução dos objetivos gerais e específicos.

* Adaptado da “Chamada Pública Interna Induzida nº 04/2019 - Coleta de amostras da ictiofauna da bacia do rio Paraopeba para análise patológica e toxicológica”



2. REVISÃO DE LITERATURA

Os rejeitos de mineração são materiais obtidos da separação de minerais valiosos de outros sólidos sem valor econômico. Os componentes principais desses rejeitos são rocha moída, água de processamento e alguns reagentes químicos que possam ter sido empregados no processo de refinamento do mineral extraído (Kossoff et al. 2014). A composição final dos rejeitos pode variar de acordo com as características originais de cada solo explorado sendo que alguns rejeitos podem conter níveis consideráveis de metais pesados ou de outros elementos inorgânicos que foram concentrados ao longo do processo de mineração (Hatje et al. 2014). Acidentes em barragens de rejeitos podem ocasionar contaminação ambiental elevada, uma vez que esses rejeitos facilmente se misturam e contaminam corpos naturais de água (Hatje et al. 2014).

Dentre os impactos possíveis ao meio ambiente, a estrutura natural da comunidade de peixes de uma região biogeográfica (ictiofauna) costuma ser severamente afetada. Os impactos podem ser percebidos tanto em curto prazo, onde mortalidades de peixes geralmente estão associadas ao aumento súbito da quantidade de sólidos em suspensão na água e indução de hipóxia nos animais, quanto também aos possíveis efeitos de longo prazo, perceptíveis pela disruptura da estrutura populacional dessa ictiofauna, mortalidades em menor escala, perda de eficiência reprodutiva, dentre outros (Richards et. al., 2009; Hatje et. al. 2014). Tais efeitos podem ser observados de forma homogênea em uma comunidade de peixes de um ambiente ou ainda serem observados de forma mais pronunciada para determinada espécie animal.

Um dos métodos mais utilizados para a avaliação dos efeitos de exposição dos peixes aos contaminantes da água, como os metais pesados, é a análise histopatológica de órgãos alvo. Os metais pesados podem acarretar diversas alterações teciduais, que tem a sua gravidade relacionada à concentração de exposição, bem como o tempo de exposição a um determinado contaminante (Meena et. al., 2018; Avigliano et. al., 2019). Praticamente todos os órgãos dos peixes são sensíveis aos metais pesados, sendo o fígado considerado como órgão com maior potencial de acumulação. O músculo também pode acumular metais pesados, mas de modo geral com cinética de deposição inferior ao apresentado por tecidos viscerais (Day et. al., 2020).

Diversos estudos descrevem o monitoramento de populações de peixes de vida livre em ambientes aquáticos potencialmente contaminados por metais pesados e outros contaminantes químicos. Tais monitoramentos são feitos nas principais espécies de peixes presentes no ecossistema aquático e tem como abordagem a coleta de tecidos de



peixes para a dosagem de metais e para análise histopatológica. Ainda, a avaliação dos parâmetros biométricos dos animais é importante para a estimativa de bioacumulação de metais, uma vez que essa pode ter correlação com o tamanho e peso dos animais (Meena et. al., 2018; Avigliano et. al., 2019; Day et. al., 2020).

Apesar de os metais pesados poderem comprometer a saúde de populações naturais de peixes, a relação de causalidade entre a exposição a um dado metal e a *causa mortis* de peixes em ambientes naturais é ainda um desafio. Embora as análises histopatológicas possam indicar a natureza e gravidade das alterações nos órgãos, a etiologia do problema pode não ser alcançada. Assim, o diagnóstico diferencial para as doenças infecciosas, causadas por vírus, bactérias e fungos, podem também estarem associadas ou serem causadoras das lesões viscerais observadas. Em peixes de água doce de vida livre diversas doenças já foram registradas, por meio da detecção de agentes infecciosos em tecidos dos animais (Figueiredo et. al., 2008; Figueiredo et. al., 2010). Essas detecções podem ou não ser acompanhadas de sinais clínicos e muitas vezes infecções subclínicas também podem causar impacto nessas populações de peixes (Craft, 2015). Assim, para o monitoramento da saúde de populações naturais de peixes em áreas potencialmente comprometidas por contaminação química também deve ser considerado o diagnóstico diferencial para as doenças infecciosas que possam ocorrer nessas populações.

Além do potencial de dano à ictiofauna pela presença de metais pesados na água e sedimentos de corpos de água, os peixes submetidos a esses contaminantes podem se apresentar como um risco para o consumo humano. Assim, a coleta de espécimes da ictiofauna podem ser úteis para a determinação da segurança alimentar do pescado obtido de determinado corpo de água, considerando ainda que a bioacumulação de metais pesados nos peixes pode apresentar dinâmicas diferentes de acordo com a espécie animal e tempo de exposição ao contaminante (Meena et. al., 2018). No Brasil há regulamentação para os níveis aceitáveis de contaminação de pescado por metais pesados, estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa, 2013) e pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2018)



3. OBJETIVOS*

3.1. OBJETIVO GERAL

- Realizar a confecção de um plano amostral e a partir deste realizar a captura de exemplares da ictiofauna na bacia do Rio Paraopeba, seguido da coleta e preservação de amostras de tecidos alvo, para futuras análises patológicas e toxicológicas.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Confeccionar um plano amostral para o estudo proposto, a ser aprovado pelo Comitê Técnico Científico (CTC) do Projeto Brumadinho-UFMG, compreendendo o trecho do rio Paraopeba a jusante do Córrego Ferro-Carvão, até o trecho da Usina de Retiro Baixo.
- Realizar a captura de exemplares da ictiofauna de quatro pontos geográficos da área de estudo procedendo a sua classificação taxonômica (gênero ou espécie) e biometria.
- Proceder a necropsia dos animais, para a coleta dos órgãos (brânquias, rim, fígado, coração, intestino, estômago, cérebro, gônadas e pele) para análise histopatológica. Os mesmos órgãos serão coletados e fixados em álcool 95%, para que possam ser utilizados futuramente em análise de detecção de agentes patogênicos (vírus, bactérias e fungos) por técnicas de biologia molecular.
- Realizar a coleta dos órgãos: fígado, músculo, pele, intestino e estômago, para análise toxicológica posterior (metais, metaloides e compostos orgânicos tóxicos).

* Adaptado da “Chamada Pública Interna Induzida nº 04/2019 - Coleta de amostras da ictiofauna da bacia do rio Paraopeba para análise patológica e toxicológica”



4. METODOLOGIA

4.1. ÁREA DE ESTUDO

O Rio Paraopeba é um dos mais importantes tributários do Rio São Francisco, percorrendo aproximadamente 510 quilômetros até a sua foz, no lago da represa de Três Marias. Para desenvolvimento do subprojeto serão realizadas amostragens da icitiofauna em diferentes pontos da área afetada pelo rompimento da barragem em Brumadinho, que despejou cerca de 12 milhões m³ de rejeitos minerários no Rio Paraopeba até o reservatório de Retiro Baixo, entre os municípios de Curvelo e Felixlândia. A área amostral irá compreender quatro pontos de coleta de peixes ao longo do rio Paraopeba: um ponto controle/sem contaminação por rejeitos minerários (Rio Paraopeba à montante do desastre ambiental em Brumadinho) e três pontos impactados pela descarga de rejeitos minerários no Rio Paraopeba (Tabela 1).

Tabela 1. Pontos de coleta dos peixes ao longo do Rio Paraopeba

Trecho amostral	Município	Distância pontos (km) ^a	Coordenadas ^b
P1- Rio Paraopeba (ponto controle)	Brumadinho	-	20°13'46"S 44°07'12"W
P2- Rio Paraopeba (confluência córrego Ferro-Carvão)	Brumadinho	P1 à P2: 42 km	20°9'29.68"S 44°9'32.44"W
P3- Rio Paraopeba (terço médio do trecho impactado)	Maravilhas	P2 à P3: 115 km	19°34'30"S 44°33'44"W
P4- Rio Paraopeba (início remanso UHE Retiro Baixo)	Pompéu	P3 à P4: 110 km	18°59'54"S 44°46'23"W

^a Distância aproximada calculada pelo Google Earth.

^b Sugestões de coordenadas dos pontos, contudo, durante a coleta essas coordenadas podem variar de acordo com os acessos, qualidade do ponto para armar redes, etc.

4.2. AUTORIZAÇÃO PARA CAPTURA DE PEIXES E COLETA DE AMOSTRAS BIOLÓGICAS

Anterior a captura dos animais, um requerimento será realizado junto ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) vinculado ao Ministério do Meio Ambiente e integrado ao Sistema Nacional do Meio Ambiente de uma licença para coleta de material zoológico, que permitirá coleta, captura, marcação, coleta de amostras biológicas e transporte de invertebrados e vertebrados (inclusive peixes) da fauna silvestre brasileira dentro do país. Simultaneamente será solicitado



autorização junto à Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Minas Gerais, para a realização da coleta com finalidade de pesquisa científica dentro da universidade. A liberação de tais autorizações possui tempo variável, de acordo com cada entidade avaliadora, o que pode alterar o cronograma de execução deste subprojeto. Contudo, para agilizar o processo, ambas requisições serão realizadas no início de março de 2020.

4.3. PLANO AMOSTRAL

Serão amostrados o maior e mais diverso número possível de espécies de peixes habitantes nos pontos de coletas descritos na Tabela 1. Para tanto, a equipe de coleta constará de um auxiliar de campo (pescador) e 6 pesquisadores em revezamento, incluindo professores, bolsistas de pós-doutorado, mestrado e de iniciação científica. Os peixes serão coletados com auxílio de redes de emalhar (10 metros de comprimento e 1,5 metro de altura cada), com diferentes tamanhos de malha (1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 5,0 e 6,0 cm entre nós opostos) e esforço amostral padronizado, nos pontos de amostragem selecionados. As redes serão armadas no final da tarde e retiradas no início da manhã do dia seguinte, permanecendo na água por aproximadamente 14 horas. Duas coletas de peixes serão realizadas em cada ponto amostral para desenvolvimento do subprojeto, sendo cada coleta realizada em 2 dias.

Os animais amostrados serão submetidos à: 1. Avaliação taxonômica (ao nível de gênero ou espécie); 2. Mensuração de medidas biométricas e anatômicas; 3. Coleta de tecidos para posterior avaliação patológica; 4. Coleta de tecidos para posterior diagnóstico de doenças infecciosas (diagnóstico diferencial); 5. Coleta de tecidos para posterior análise toxicológica.

4.4. AVALIAÇÃO TAXONÔMICA

Todos os espécimes capturados serão identificados até o menor nível taxonômico, utilizando-se principalmente as informações e chaves de identificação contidas em Gery (1977), Burgess (1989), Vari (1992), Britski et al. (1988), Reis et al. (2003), Buckup et al. (2007) e Alves & Pompeu (2010). Os nomes científicos das espécies amostradas serão atualizados de acordo com Barbosa et al. (2017) e Froese & Pauly (2019). Espécimes selecionados como material-testemunho serão fixados em formaldeído 10%, e mantidos em álcool 70°C, para posterior tombamento em coleção ictiológica. De acordo com a literatura científica disponível e o esforço amostral que



será empregado, segue abaixo uma tabela de estimativa de captura das espécies de peixes com distribuição relatada para a área de estudo proposta (Tabela 2).

A fim de dar suporte à determinação da espécie do peixe capturado, fragmento de 1 cm de nadadeira será coletado de cada animal e armazenado em tubo falcon de 15 mL contendo álcool 95%, para posterior extração de ácido nucléico e aplicação da técnica de DNA barcode usando o gene Cytochrome oxidase subunit I (COI), conforme metodologia descrita por Carvalho et al. (2011).

Tabela 2. Tabela de estimativa de coleta das espécies de peixes no Rio Paraopeba, de acordo com o esforço amostral a ser empregado e a literatura disponível¹ sobre a ictiofauna na área de estudo proposta.

Táxon/ Classificação sistemática	Nome popular	Quantidade
Ordem Characiformes		
Família Characidae		
<i>Astyanax lacustris</i>	Lambari-do-rabo-amarelo	50
<i>Astyanax fasciatus</i>	Lambari-do-rabo-vermelho	60
<i>Brycon orthotaenia</i>	Matrinchã	5
<i>Myleus micans</i>	Pacu	5
<i>Salminus franciscanus</i>	Dourado	10
<i>Salminus hilarii</i>	Tabarana	15
<i>Serrasalmus brandtii</i>	Pirambeba	20
Família Parodontidae		
<i>Apareiodon piracicabae</i>	Canivete	15
Família Anostomidae		
<i>Leporinus piau</i>	Piau-gordura	40
<i>Leporinus taeniatus</i>	Piau-jeju	30
<i>Megaleporinus obtusidens</i>	Piau-verdadeiro	15
<i>Megaleporinus reinhardti</i>	Piau-três-pintas	20
Família Erythrinidae		
<i>Hoplias malabaricus</i>	Traíra	20
<i>Hoplias intermedius</i>	Trairão	15
Família Curimatidae		
<i>Curimatella lepidura</i>	Manjuba	15
<i>Steindachnerina elegans</i>	Saguiru	10
Família Prochilodontidae		
<i>Prochilodus argenteus</i>	Curimatã-pacu	15
<i>Prochilodus costatus</i>	Curimatã-pioa	40
Ordem Siluriformes		
Família Auchenipteridae		
<i>Trachelyopterus galeatus</i>	Cangati	5
Família Heptapteridae		
<i>Rhamdia quelen</i>	Bagre	30
Família Pimelodidae		
<i>Pimelodus maculatus</i>	Mandi-amarelo	30



<i>Pimelodus pohli</i>	Mandi-branco	40
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	Surubim	5
Família Callichthyidae		
<i>Callichthys callichthys</i>	Tamboatá	10
<i>Hoplosternum littorale</i>	Tamboatá	15
Família Loricariidae		
<i>Hypostomus alatus</i>	Cascudo	40
<i>Hypostomus francisci</i>	Cascudo	50
<i>Hypostomus garmani</i>	Cascudo	20
<i>Harttia torrenticola</i>	Cascudinho	10
<i>Rineloricaria</i> sp.	Cascudo-viola	10
Ordem Gymnotiformes		
Família Gymnotidae		
<i>Gymnotus carapo</i>	Sarapó	15
<i>Eigenmannia virescens</i>	Tuvira	10
Ordem Perciformes		
Família Cichlidae		
<i>Australoheros facetus</i>	Cará-verde	10
<i>Geophagus brasiliensis</i>	Cará	20
<i>Oreochromis niloticus</i>	Tilápia-do-nilo	20
Família Sciaenidae		
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	Corvina	10

¹Alves, 2007; Alves & Leal, 2010; Alves & Vono, 1999; Arantes et al., 2016; Paschoalini et al., 2019; Savassi et al., 2016.

4.5. ÍNDICES BIOMÉTRICOS

Também imediatamente após a captura, triagem e identificação do táxon, cada peixe será documentado fotograficamente, pesado e mensurado os comprimentos total e padrão.

4.6. COLETA DE TECIDOS PARA AVALIAÇÃO PATOLÓGICA

Os peixes capturados serão submetidos a eutanásia por overdose de anestésico (Benzocaína, 300 mg/L), via banho de imersão, conforme recomendação do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) e previamente aprovado pela CEUA-UFMG. A morte do animal será confirmada por meio da ausência de movimento opercular. As amostras a serem coletadas nessa etapa seguirão o protocolo descrito no capítulo 3.2.6. do “Manual de Coleta de Amostras para Diagnóstico de Enfermidades de Animais Aquáticos na Rede Nacional de Laboratórios do Ministério da Pesca e Aquicultura – RENAQUA” (CGSAP/DEMOC/SEMOC/MPA, Governo Federal, 2013). Os peixes eutanasiados serão submetidos a necropsia para a coleta dos seguintes órgãos: brânquias, rim, fígado, coração, intestino, estômago, cérebro, gônadas



e pele. Cada órgão será fixado em formol 10% tamponado (exceto o tecido branquial que será fixado em líquido de Bouin) por 24 horas e, posteriormente, armazenados em etanol 70% em tubo falcon de 15 ou 50 mL, de acordo com a conveniência. Os tubos serão identificados através de etiquetas, onde constará o número identificador do frasco, data da coleta e pesquisador responsável. O número identificador do frasco não deverá se repetir durante todo o subprojeto e será impresso nas etiquetas também em formato de código de barras no modelo GS1-128. Após identificação dos tubos, estes serão transportados a temperatura ambiente e entregues ao CTC do Projeto Brumadinho-UFMG acompanhadas de informações relativas à amostra, à sua coleta, ao responsável pela coleta, pela auditoria da coleta, pelo transporte e pelo recebimento para armazenamento, dentre outras informações relevantes.

4.7. COLETA DE TECIDOS PARA DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL PARA DOENÇAS INFECCIOSAS

Fragmentos dos órgãos coletados de cada peixe no item anterior serão amostrados e acondicionados em tubos falcon (15 ou 50 mL) contendo álcool 95%. Os tubos serão identificados, transportados e entregues ao CTC conforme descrito no item 4.6. Este material poderá ser usado futuramente para a realização de diagnóstico diferencial, de forma a determinar que o possível achado patológico observado em um tecido animal não esteja associado a nenhum agente de cunho infeccioso (bactéria, fungos ou vírus).

4.8. COLETA DE TECIDOS PARA AVALIAÇÃO TOXICOLÓGICA

As amostras para avaliação toxicológica serão coletadas de acordo com o protocolo descrito no boletim técnico USGS/BRD/ITR-1999-2000 (USGS, EUA, 1999) para avaliação de metais, metaloides e compostos orgânicos tóxicos. Os peixes eutanasiados serão submetidos a necropsia para a coleta de órgãos, entretanto, os tecidos coletados irão variar conforme tamanho dos peixes: peixes grandes: fígado, músculo, pele, intestino e estômago; enquanto que em peixes pequenos, alevinos e juvenis serão coletados músculo e vísceras. Os órgãos serão acondicionados em tubos individuais, identificados conforme item 4.6. e transportados sob refrigeração ($\leq -4^{\circ}\text{C}$) em prazo hábil (no máximo em 24 horas), de acordo com o boletim supramencionada, congelados ($\leq -80^{\circ}\text{C}$) após chegada ao Laboratório de Doenças de Animais Aquáticos (AQUAVET)



da EV-UFGM e encaminhados posteriormente ao CTC com as informações pertinentes ao material coletado.

4.9. GEORREFERENCIAMENTO E RASTREABILIDADE

Anterior a captura e coleta de peixes será realizada a impressão das etiquetas para os tubos falcon em pares, onde constará o número identificador do tubo, data da coleta, pesquisador responsável. O número identificador do tubo não deverá se repetir durante todo o subprojeto. Além disso, será impresso nas etiquetas também em formato de códigos de barras no modelo GS1-128.

Com relação ao georreferenciamento, será configurado o destino (ponto de coleta) no alarme de proximidade do equipamento GPS. Os pontos previamente estabelecidos (Tabela 1) deverão ser informados no equipamento GPS que deverá estar calibrado em DATUM SIRGAS2000. Quando sinalizado pelo equipamento GPS de alcance de destino, as redes de capturas serão fixadas para a realização da coleta dos animais. Cada animal capturado terá um formulário de coleta onde serão anotados os índices biométricos, a identificação do animal, e a(s) etiqueta(s) do(s) tubo(s) falcon equivalentes aos órgãos/tecidos a serem coletados. Estes tubos serão identificados com as etiquetas impressas. O preenchimento das informações do formulário de coleta de animais e de suas amostras biológicas será realizada pelos pesquisadores responsáveis.

Ao término do preenchimento, será documentado fotograficamente as coordenadas no equipamento GPS, tubos (etiquetados) com tecidos coletados por animal e formulário preenchido.

Ao retornar ao AQUAVET, o pesquisador responsável pela coleta, irá transcrever as informações no sistema de banco de dados a ser desenvolvido. Neste sistema também serão aportadas os registros fotográficos e as informações sobre auditoria da coleta, transporte e recebimento para armazenamento no CTC Brumadinho-UFGM. Esta plataforma estará disponível para consulta pelo CTC Brumadinho-UFGM, via rede mundial de computadores com acesso controlado, durante todo o subprojeto e, durante 24 meses após seu término. Ao término do subprojeto uma cópia de todas as informações do banco de dados será entregue ao CTC Brumadinho-UFGM, em mídia digital (CD, DVD ou BluRay). Todas as informações geoespaciais produzidas estarão de acordo com as normas e padrões preconizados pela Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais e armazenadas em DATUM SIRGAS2000. Ademais, na exportação em mídia digital, os dados comporão arquivo de dados no formato shapefile.



5. EQUIPE E PLANO DE TRABALHO DOS BOLSISTAS

Coordenador

Henrique César Pereira Figueiredo (bolsa P2)

Professor Associado II – Sanidade dos animais aquáticos, Departamento de Medicina Veterinária Preventiva, Escola de Veterinária da UFMG.

Médico Veterinário, Doutor em Microbiologia

A jornada de trabalho média será de 04 horas semanais (incluindo execução aos sábados). O coordenador será responsável por: sistematização de todo o trabalho de campo para as coletas, formação, orientação e treinamento da equipe para as atividades estabelecidas no plano de trabalho. Aquisição dos insumos necessários para a execução das atividades previstas, coordenação, orientação e supervisão da execução de serviços terceiros de pessoa jurídica contratados pelo Subprojeto, elaboração de relatórios e apresentação de resultados, elaboração da prestação de contas do subprojeto; e atendimento das demandas do Comitê Técnico-Científico do Projeto Brumadinho-UFMG e do Juízo.

Link lattes: <http://lattes.cnpq.br/3340492777093358>

Pesquisadores colaboradores

Guilherme Campos Tavares (bolsa P2)

Professor Adjunto I – Sanidade dos Animais Aquáticos, Departamento de Medicina Veterinária Preventiva, Escola de Veterinária da UFMG.

Médico Veterinário, Doutor em Ciência Animal

A jornada de trabalho será de 04 horas semanais (incluindo execução aos sábados). O pesquisador colaborador será responsável por: execução das atividades de necropsia dos peixes coletados, coleta de amostras, confecção de laudos de necropsia e preenchimento das planilhas de campo; auxílio à execução das atividades do Subprojeto, conforme proposto; auxílio à alocação de todos os recursos do subprojeto; auxílio à formação da equipe de execução do Subprojeto; auxílio à coordenação, orientação e supervisão da equipe do Subprojeto; auxílio à coordenação, orientação e supervisão da execução de serviços terceiros contratados pelo Subprojeto; auxílio à elaboração de relatórios e apresentação de resultados.

Link lattes: <http://lattes.cnpq.br/0656314462372593>

Rafael Magno Costa Melo (bolsa P2)

Professor Adjunto I – Laboratório de Ictiohistologia, Departamento de Morfologia, Instituto de Ciências Biológicas da UFMG.

Biólogo, Mestre em Zoologia e Doutor em Biologia Celular.

A jornada de trabalho será de 04 horas semanais (incluindo execução aos sábados). O pesquisador colaborador será responsável por: execução das atividades de captura dos peixes nas regiões de coleta do rio Paraopeba, coordenação técnica do processo de identificação taxonômica dos peixes capturados, auxílio nas atividades de necropsia e coleta de amostras, auxílio à coordenação, orientação e supervisão da equipe do



Subprojeto; auxílio à coordenação, orientação e supervisão da execução de serviços terceiros contratados pelo Subprojeto; auxílio à elaboração de relatórios e apresentação de resultados.

Link lattes: <http://lattes.cnpq.br/1976480499198036>

Bolsistas de pós-doutorado

Pós-Doutorado Sênior (P3)

Márcia Pimenta Leibowitz

Zootecnista, Doutora em Doenças Parasitárias de Animais Aquáticos

A jornada de trabalho será de 40 horas semanais (incluindo execução aos sábados). A bolsista de pós-doutorado será responsável por: auxílio no processo de captura dos peixes, nos pontos definidos no subprojeto, identificação taxonômica das espécies de peixes capturados, auxílio à execução das atividades de necropsia, coleta de amostras e confecção de laudos de necropsia; auxílio à execução das atividades do Subprojeto, conforme proposto; auxílio à formação da equipe de execução do Subprojeto; auxílio à elaboração de relatórios e apresentação de resultados.

Link lattes: <http://lattes.cnpq.br/9099408889609500>

Pós-Doutorado Júnior (P4)

Felipe Luiz Pereira

Bacharel em Ciência da Computação, doutor em Bioinformática

A jornada de trabalho será de 40 horas semanais. O bolsista de pós-doutorado será responsável por: Estruturação do banco de dados para o armazenamento de todas as informações do subprojeto, identificação inequívoca de cada espécime coletado no banco de dados, organização do processo de identificação das amostras por código de barras, treinamento da equipe no uso do banco e dados, auditoria da qualidade dos dados após cada campanha de coleta de peixes nas áreas definidas, definição de todos os processos de georreferenciamento das coletas de campo e da inserção das informações no banco de dados, de acordo com as especificações da Chamada nº 04. Auxílio na confecção dos relatórios de atividades do subprojeto.

Link lattes: <http://lattes.cnpq.br/9692510694559220>

Bolsistas de mestrado (bolsa M1)

A ser selecionado. A jornada de trabalho será de 20 horas semanais (incluindo execução aos sábados) às atividades do subprojeto. O bolsista de mestrado será responsável pelo: auxílio à execução das atividades de captura dos peixes, da necropsia e do preenchimento das informações no banco de dados.

Bolsistas de graduação/iniciação* (bolsa IX):

Dois bolsistas a serem selecionados. Acadêmicos dos cursos de Medicina Veterinária,



Ciências Biológicas ou Aquacultura da UFMG, que acompanharão e apoiarão a execução do subprojeto, especialmente na realização das capturas e coletas de amostras de peixes, bem como no preenchimento das informações no banco de dados.

6. ACOMPANHAMENTO E AVALIAÇÃO

O acompanhamento do subprojeto será realizado, a cada dois meses, pelos seguintes instrumentos/mecanismos:

- extrato financeiro fornecido pela Fundação gestora do subprojeto e;
- relatório de acompanhamento das atividades preenchido e apresentado pelo Coordenador e equipe ao Comitê Técnico Científico.
- Atendimento ao cronograma proposto, com a execução de cada uma das campanhas de coleta nos meses definidos no cronograma proposto;
- Auditoria de qualidade dos dados inseridos no banco de dados formulado para o subprojeto.

O relatório final de subprojeto e será apresentado, no máximo, até o mês seguinte ao término do subprojeto.

7. PRAZO DE VIGÊNCIA E CRONOGRAMA

O cronograma de desenvolvimento do subprojeto foi elaborado para um período de oito meses e será apresentado a seguir. Cada período apresentado corresponde a um mês (Tabela 3), a saber:

Tabela 3. Cronograma de desenvolvimento do subprojeto*.

Atividades	Meses							
	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.**	Out.
Submissão CEUA e ICMbio	X							
Formação e treinamento da equipe executora	X	X						
Obtenção de material	X	X	X	X	X			
Envio do plano amostral de coleta de animais da ictiofauna		X						
Aprovação do plano amostral			X					
Captura e coleta de peixes			X	X	X	X	X	
Elaboração do banco de dados único			X	X	X	X	X	
Redação de relatório parcial			X	X	X	X	X	
Redação de relatório final								X

* O mês de Fevereiro de 2020 será destinado à tramitação nas instâncias internas e FUNDEP.

** Caso a aprovação formal e contratação ocorra no mês de março/2020 a coleta deste mês será antecipada para o mês de agosto.



8. PLANO DE APLICAÇÃO DE RECURSO FINANCEIRO

PESSOAL		
CUSTEIO	Mensal (R\$)	Total (R\$)
Professor Pesquisador Coordenador (01 X 08)*	9.373,43	74.987,44
Professor Pesquisador Colaborador (02 X 08)*	9.373,43	149.974,88
Pós-doutorado júnior (01 X 08)	8.386,75	67.094,00
Pós-doutorado sênior (01 x 08)	8.880,09	71.040,72
Bolsista estudante de mestrado (01 X 08)	4.420,32	35.362,56
Bolsista este de graduação/iniciação científica (02 X 08)	1.478,51	23.656,16
		Subtotal: R\$ 422.115,76

MATERIAL DE CONSUMO	
EPI para coleta de material	40.000,00
Reagentes de fixação de tecidos	50.000,00
Material para planilha de coleta a campo	5.000,00
Tubos e material para acondicionamento de espécimes	50.000,00
Material para captura de espécimes da ictiofauna (redes – 2 jogos de rede por coleta, bombonas, puças, etc)	20.000,00
Material para necropsia dos espécimes	30.000,00
Combustível (estimativa de consumo aproximado de 1700 litros de combustível)	8.000,00
Colunas de filtração para aparelho de água MilliQ	4.600,00
03 HDs externos de 2 TB para backup de dados	2.500,00
Subtotal: R\$ 210.100,00	

MATERIAL PERMANENTE	
02 Aparelho de GPS (Calibração DATUM SIRGAS2000)	4.000,00
01 Impressora térmica de etiquetas	2.000,00
01 Impressora a laser	1.600,00
01 Leitor de Código de Barras Manual CCD Elgin Flash (USB)	800,00
02 Câmera Fotográfica Nikon D3400	5.000,00
01 Freezer -80°C (com nobreak interno) para armazenamento de amostras que necessitem de congelamento até serem entregues ao CTC	100.000,00
03 Notebooks para registros da atividade de campo e trabalhos no banco de dados	12.000,00
02 Balanças digitais para pesagem dos animais (capacidade até 40 kg)	800,00
02 Balanças digitais para pesagem dos animais (capacidade até 1 kg, com precisão de 0,1 g)	1.000,00
01 Capela de fluxo laminar para processamento de espécimes biológico	28.000,00
01 Capela de exaustão de gases para troca do líquido de Bouin para álcool 70%, antes das amostras serem encaminhadas ao CTC.	7.000,00
Subtotal: R\$ 162.200,00	



SERVIÇOS DE TERCEIROS	
Diária dos pesquisadores (Base do cálculo no Decreto no 6.907/2009 que prevê o valor de diária de R\$177,00)	33.984,00
Contrato de serviço de apoio à montagem de rede de pesca, captura dos peixes e transporte fluvial.	18.000,00
Aluguel de caminhonete 4x4 (2 carros, 8 coletas, três dias por coleta)	16.800,00
Contratação de serviço de adequação de estrutura física da sala de processamento de materiais biológicos do Departamento de Medicina Veterinária Preventiva (DMVP) – Grande número de animais a serem processados simultaneamente demanda uma adequação do ambiente de processamento.	80.000,00
Serviço de manutenção para nobreaks – equipamentos de armazenamento do laboratório AQUAVET possuem sistema de nobreaks que demandam de manutenção.	18.000,00
Descarte de carcaças (incineração) estocadas na sala de necropsia da EV-UFMG/custos com descarte de carcaças de peixes capturados (baseado no valor médio de descarte de R\$4,50 por Kg de carcaça)	10.000,00
Subtotal: R\$176.784,00	
Subtotal geral: R\$ 971.199,76	

DESPESAS OPERACIONAIS	
2% UFMG	22.851,76
10% Escola de Veterinária	114.258,80
Manutenção da estrutura de laboratórios do DMVP	34.277,64
Subtotal: R\$ 171.388,19	
TOTAL GERAL DO SUBPROJETO (em reais)	
	1.142.587,95

* Declaro que sou responsável única e exclusivamente pelo controle da soma de minha remuneração, retribuições e bolsas para que não exceda o maior valor recebido pelo funcionalismo público federal, nos termos do artigo 37, XI, da Constituição Federal.

9. CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO

Bimestre	Valor
Primeiro bimestre (aquisição de todo material permanente, e adequações das instalações)	R\$ 500.000,00
Segundo bimestre	R\$ 200.000,00
Terceiro bimestre	R\$ 200.000,00
Quarto bimestre	R\$ 216.879,72



10. PRODUTOS ESPERADOS*

- Plano amostral de coleta de amostras da ictiofauna para análises patológicas e toxicológicas,
- Banco de dados com as informações da localização da coleta, peixes coletados, espécies, medidas biométricas e órgãos coletados
- Coleção de amostras oriundas de peixes da Bacia do Rio Paraopeba fixadas (para análise patológica e detecção de agentes patogênicos) e criopreservadas (para análise toxicológica).

* Adaptado da “Chamada Pública Interna Induzida nº 04/2019 - Coleta de amostras da ictiofauna da bacia do rio Paraopeba para análise patológica e toxicológica”

11. REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA – RDC Nº 42, DE 29 DE AGOSTO DE 2013. Dispõe sobre o Regulamento Técnico MERCOSUL sobre Limites Máximos de Contaminantes Inorgânicos em Alimentos.

Alves, C.B.M. & Leal, C.G. 2010. Aspectos da conservação da fauna de peixes da bacia do rio São Francisco em Minas Gerais. *MG Biota*, 2(6): 26-50.

Alves, C.B.M. 2007. Evaluation of fish passage through the Igarapé Dam fish ladder (rio Paraopeba, Brazil), using marking and recapture. *Neotropical Ichthyology*, 5(2):233-236.

Alves, C.B.M.; P.S. Pompeu (2010). Peixes do rio das Velhas: passado e presente, (2ª ed.). Belo Horizonte: Segrac.

Alves, C.B.M.; Vono, V. 1999. Ampliação da área de distribuição natural de *Hysteronotus megalostomus* Eigenmann, 1911 (Characidae; Glandulocaudinae), fauna associada e características do hábitat no rio Paraopeba, bacia do rio São Francisco, Minas Gerais, Brasil. *Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS - série Zoologia*, 12: 31-44.

Arantes, F.P., Savassi, L.A., Santos, H.B., Gomes, M.V.T., Bazzoli, N. 2016. Bioaccumulation of mercury, cadmium, zinc, chromium, and lead in muscle, liver, and spleen tissues of a large commercially valuable catfish species from Brazil. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, 88, 1-11.

Avigliano, E. ; Monferrán, M. V.; Sánchez, S. et. al. Distribution and bioaccumulation of 12 trace elements in water, sediment and tissues of the main fishery from different



environments of the La Plata basin (South America): Risk assessment for human consumption. *Chemosphere*. 236: 124394, 2019.

Barbosa, J.M.; Soares, E.C.; Cintra, I.H.A.; Hermann, M. & Araújo, A.R.R. 2009. Perfil da ictiofauna da bacia do São Francisco. *Acta of Fisheries and Aquatic Resources*, 5(1): 70-90.

Blakley B.R. Overview of cooper poisoning. In: Aiello, S.E., Moses, M.A., editors. *Merck Veterinary Manual*. 11th edition. Kenilworth, NJ: Merck & Co. 2016.

Britski, H.A.; Sato, Y. & Rosa, A.B.S. 1988. Manual de Identificação de Peixes da Região de Três Marias - Com Chaves de Identificação para os Peixes da Bacia do São Francisco. Brasília, CODEVASF, Divisão de Piscicultura e Pesca, 2^a. ed., 115 p.

Buckup, P.A.; Menezes, N.A.; Ghazzi, M.S. 2007. Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 195 p.

Burguess, W.E. 1989. An Atlas of Freshwater and Marine Catfishes. TFH, Neptune City, 785 p.

Carvalho, D. C.; Oliveira, D. A. A.; Pompeu, P. S.; Leal, C. G.; Oliveira, C; Hanner, R. Deep barcode divergence in Brazilian freshwater fishes: the case of the São Francisco River basin. *Mitochondrial DNA*, 22, sip. 1, p. 80-86, 2011.

Ctaft, M. Infectious disease transmission and contact networks in wildlife and livestock. *Philosophical transactions Royal Society B*. 370: 20140107, 2015.

Day, N. K.; Schmidt, T. S.; Roberts, J. J. et. al. Mercury and selenium concentrations in fishes of the Upper Colorado River Basin, southwestern United States: A retrospective assessment. *Plos One*, 15 (1): e0226824, 2020.

Figueiredo, H. C. P.; Leal, C. A. G. ; Goulart, M.B. Programas de repovoamento de peixes em rios: que riscos sanitários podem estar associados?. *Panorama da Aquicultura*, Rio de Janeiro, p. 40 - 45, 30 nov. 2008.

Figueiredo, H. C. P.; Leal, C. A. G. ; Mian, Gláucia F. ; et. al. experiência do AQUAVET na investigação de doenças de peixes nativos.. *Panorama da Aquicultura*, Rio de Janeiro, p. 24 - 29, 01 jul. 2010.

Froese, R., Pauly, D. Editors. 2019. FishBase. Available at: www.fishbase.org, version (08/2019).

Géry, J. 1977. Characoids of the world. Tropical Fish Hobbyist Publications, Inc., Neptune City, NJ.

Hatje V., Pedreira R.M.A., Rezende C.E., et al. The environmental impacts of one of the largest tailing dam failures worldwide. *Scientific Reports*. 7(1):10706, 2017.



Kossoff D., Dubbin W.E., Alfredsson M., et al. Mine tailings dams: characteristics, failure, environmental impacts, and remediation. *Applied Geochemistry*. 51:229-245, 2014.

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 20, DE 26 DE JULHO DE 2018. Plano de amostragem e limites de referência para o Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes em Produtos de Origem Animal – PNCRC de 2018 para as cadeias de carnes bovina, suína, caprina, ovina, equina, coelho, aves, avestruz, de leite, pescado, mel e ovos.

Meena, R. A. L., Sathiskumar, P, Ameen, F. et. al. Heavy metal pollution in immobile and mobile components of lentic ecosystems – a review. *Environm. Sci. Poll. Res.* 25: 4134-4148, 2018.

MPA – Ministério da Pesca e Aquicultura. Manual de Coleta de Amostras para Diagnóstico de Enfermidades de Animais Aquáticos na Rede Nacional de Laboratórios do Ministério da Pesca e Aquicultura – RENAQUA” (CGSAP/DEMOC/SEMOC/MPA, Governo Federal, 2013.

Paschoalini, A.L., Savassi, L.A., Arantes, F.P., Rizzo, E., & Bazzoli, N. 2019. Heavy metals accumulation and endocrine disruption in *Prochilodus argenteus* from a polluted neotropical river. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 169, 539–550.

Reis, E.; Kullander, S.O.; Ferraris, JR. C. J. 2003. Check list of the freshwater fishes of South and Central América. Ed. PUCRJ. Porto Alegre. 729 p.

Richards, J.; Farrel, A.; Brauner, C. Fish physiology: Hypoxia. Cambridge, Academic Press, 2009, 517p. ISBN: 9780123746320.

Savassi, L.A.; Arantes, F.P.; Gomes, M.V.T. & Bazzoli, N. 2016. Heavy metals and histopathological alterations in *Salminus franciscanus* (Lima & Britski, 2007) (Pisces: Characiformes) in the Paraopeba River, Minas Gerais, Brazil. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 96(4):478-483.

USGS. U.S. Geological Survey. Schmitt, C. J.; Blazer, V. S.; Dethloff, G. M. et al. Biomonitoring of Environmental Status and Trends (BEST) Program: field procedures for assessing the exposure of fish to environmental contaminants. U.S. Geological Survey, Biological Resources Division, Columbia, (MO): information and Technology Report USGS/BRD-1999-007, 1999.

Vari, R. P. 1992. Systematics of the Neotropical Characiform Genus *Cyphocharax* Fowler (Pisces: Ostariophysi). *Smithsonian Contributions to Zoology* Nº 529. Washington. 137 pp.

Belo Horizonte, 15 de janeiro de 2020.



Henrique César Pereira Figueiredo
Coordenador do Subprojeto – Chamada 04/2019.




À Assembleia do Departamento de Zoologia
Universidade Federal de Minas Gerais

Belo Horizonte, 15 de janeiro de 2020

Prezados colegas,

Tenho o prazer de enviar, para apreciação da Assembleia do Departamento de Zoologia, a proposta 'Coleta de Amostras da Ictiofauna da Bacia do Rio Paraopeba para Análise Patológica e Toxicológica' a ser submetida à Chamada Pública Interna Induzida 04/2019 do Projeto Brumadinho-UFMG.

Atenciosamente,


Prof. Alexandre Godinho
(Coordenador)

Elisângela Aparecida dos Santos
Assistente em administração
Insc. UFMG: 305980

Elisângela Santos
Recebido em 15/01/2020



Centro de Transposição de Peixes
Departamento de Zoologia
Universidade Federal de Minas Gerais

COLETA DE AMOSTRAS DA ICTIOFAUNA DA BACIA DO RIO PARAPEBA
PARA ANÁLISE PATOLÓGICA E TOXICOLÓGICA

Proposta apresentada ao
Comitê Técnico Científico do
Projeto Brumadinho-UFMG

Belo Horizonte
Janeiro de 2020



INTRODUÇÃO

O rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão em 25 janeiro de 2019 no município Brumadinho foi um dos maiores desastres socioambientais da história brasileira (França, 2018). Na ocasião do rompimento, a barragem acumulava 12,7 milhões de m³ de rejeito de mineração. A maior parte do rejeito foi carregada para jusante, destruindo 292 hectares, dos quais 150 hectares de vegetação nativa (SEMAD, 2019) e provocando a morte de 259 pessoas e o desaparecimento de outras 11.

O rejeito desceu pelo córrego Ferro-Carvão e atingiu a calha do rio Paraopeba a 8,5 km de rio (kmr) do local do rompimento. Houve aumento de cerca de 750 vezes na turbidez da água do rio Paraopeba comparada à turbidez da série histórica (IGAM, 2019) e expressivo impacto na sua biota. O IBAMA constatou mortalidade aguda de peixes causada pelo rompimento no encontro do córrego Ferro-Carvão com o rio Paraopeba entre 26 e 31 de janeiro de 2019 e após algumas chuvas de maior intensidade, ocorridas em 16 e 17 de fevereiro (IBAMA, 2015). Ao todo, foram recolhidas 1.773 carcaças de peixes, sendo 98% coletados no rio Paraopeba entre o córrego Ferro-Carvão e a Usina Termoeletrica de Igarapé, em Juatuba. Além disso, em 12 e 13 de março de 2019, 306 carcaças de mandi-amarelo (*Pimelodus maculatus*) foram recolhidas a jusante da Usina Hidrelétrica de Retiro Baixo, localizada no baixo rio Paraopeba, a cerca de 370 kmr da Barragem I. Estudo elaborado antes do rompimento da barragem da Barragem I já previa o impacto desse tipo de ocorrência nos peixes do rio Paraopeba. Ele sugeriu que o rompimento poderia levar a extinção local de 14 espécies endêmicas do rio São Francisco, 10 espécies de interesse comercial, 7 espécies reofílicas e 2 espécies de cabeceira (França, 2018).

O rompimento da barragem em Brumadinho foi semelhante ao ocorrido no município de Mariana em 2015 quando uma outra se rompeu levando ao falecimento de 19 pessoas, alterando o abastecimento de água de centenas de milhares de pessoas e afetando mais de um milhão de habitantes (Fernandes et al., 2016). O rompimento da barragem em Mariana levou a perda total e irrecuperável de habitats aquáticos ao longo de dezenas de kmr além de impactar uma vasta região oceânica a partir da foz do rio Doce. É muito provável que os efeitos do rompimento de barragem em Brumadinho não sejam inferiores aos impactos provocados pelo rompimento da barragem em Mariana. Mas poucos estudos já foram publicados sobre esses impactos, dado o pouco tempo ocorrido do rompimento ou por não ter havido tempo suficiente para que alguns impactos sejam manifestados devido à latência (atraso) nas respostas biológicas.



Os impactos imediatos do rompimento da barragem em Mariana foram a destruição completa de habitats aquáticos e elevada mortalidade de diferentes espécies de peixes pelo soterramento (Figura 1). Em médio e longo prazos, o rompimento levou ao aumento dos sedimentos e da turbidez ao longo do rio Doce, até a sua foz, distante cerca de 800 km do local do acidente. O aumento do sedimento em suspensão, principalmente o composto por pequenas partículas, leva ao entupimento de brânquias. Os metais pesados do rejeito, como alumínio, cobre, arsênio, cádmio, cromo e chumbo, possuem diversos efeitos adversos na ictiofauna (ICMBIO, 2016; Gomes et al., 2018; Bonecker et al., 2019). Experimento expondo exemplares do peixe *Geophagus brasiliensis* à água do rio Doce após o rompimento da barragem em Mariana indicou elevado grau de genotoxicidade da água. A presença de metais pesados, principalmente cobre, acarretou no aumento do número de eritrócitos micronucleares no índice de dano no DNA dos indivíduos (Gomes et al., 2018). Outros estudos expondo indivíduos do peixe *Oreochormis niloticus* as águas contaminadas do rio Doce também apresentaram resultados semelhantes (Vargas, 2017).



Figura 1: Carcaças de peixes do rio Doce próximos à ponte de Queimada Grande, adjacente ao Parque Estadual do Rio Doce, após o rompimento da barragem do Fundão de 2015 (Fotos: Elvira Nascimento).

Laudos sobre qualidade da água na foz do rio Doce indicaram aumento de 20 vezes na concentração de ferro e 6 vezes na de alumínio comparada à da série histórica (ICMBIO, 2016). O mesmo laudo apontou para concentrações de arsênio, cádmio e chumbo superiores aos permitidos pela legislação para produtos alimentícios em tecidos dos peixes marinhos linguado (*Pseudopleuronectes americanus*), peroá (*Balistes capriscus*) e peixe-rocador (*Condon nobilis*) amostrados a centenas de quilômetros da foz do rio Doce (ICMBIO, 2016).



Amostragem feita na foz do rio Doce, entre janeiro e abril de 2016, identificou sedimentos avermelhados aderidos aos corpos de algumas espécies de peixes (*Choloroscombrus chrysurus*, *Stellifer* spp. e *Trinectes paulistanus*). Foram também observados danos nos tratos digestivos de alguns indivíduos de *C. chrysurus* e de *Monacanthus ciliatus* coletados em abril de 2016 (Bonecker et al., 2019).

Ainda mais alarmantes são evidências do acúmulo de metais essenciais e pesados em tecidos de raias (*Narcine brasileinsis*) coletadas no mar a 300 km da foz do rio Doce, i.e., a mais de mil quilômetros de distância do local do rompimento da barragem de Mariana. A contaminação foi encontrada em diferentes tecidos como gônadas, músculo, órgãos elétricos, brânquias e fígado, com consequências deletérias potenciais para reprodução, o comportamento e a sobrevivência dos indivíduos (Lopes et al., 2019). Além disso, esse estudo indicou que os embriões dos indivíduos contaminados também estavam contaminados, configurando evento de transferência maternal e gerando preocupação ainda maior sobre os efeitos de rompimentos em longo prazo nas populações de peixes (Alves, 2012).

Em muitos casos, mesmo que os contaminantes ocorram em baixa concentração no ambiente, eles podem estar presentes em maiores concentrações nos peixes, particularmente nos predadores de topo de cadeia dado o efeito da bioacumulação.

Cabe pontuar que o estudo histopatológico e ecotoxicológico de peixes afetados por rompimentos de barragens de rejeito possui importância não somente à conservação da biodiversidade aquática, mas também para a saúde e política públicas. Nesse sentido, torna-se fundamental a mensuração de contaminantes como metais pesados, essenciais e compostos orgânicos tóxicos nos peixes em corpos d'água afetados por rompimento de barragem de rejeito, bem como o monitoramento de tais parâmetros ao longo prazo.

OBJETIVOS

O objetivo geral desta proposta é realizar a confecção de plano amostral e, posteriormente, a captura (de acordo com o plano confeccionado) de exemplares da ictiofauna na bacia do Rio Paraopeba, para coleta de amostras biológicas para futuras análises patológicas e toxicológicas.

E os objetivos específicos são: (i) confeccionar plano amostral, de acordo com metodologia científica aceita nacional ou internacionalmente, para monitoramento de ictiofauna; (ii) coletar as principais espécies de peixes da bacia do rio Paraopeba a jusante do córrego Ferro-Carvão; (iii) identificar os peixes coletados a nível de gênero ou espécie e



determinar as principais medidas biométricas e anatômicas desses animais; (iv) coletar e fixar amostras de órgãos (brânquias, rim, fígado, coração, intestino, estômago, cérebro, gônadas e pele) para análise histopatológica dos peixes coletados; e (v) coletar órgãos (fígado, músculo, pele, intestino e estômago) para análise toxicológica (metais, metaloides e compostos orgânicos tóxicos) dos peixes amostrados.

Além dos objetivos específicos acima, que são os mesmos definidos na Chama Pública Interna Induzida 04/2019, a presente proposta tem como objetivo específico realizar coleta piloto para determinar o número de indivíduos (tamanho amostral) a ser coletado por espécie para as análises histopatológicas e toxicológicas e o esforço de pesca necessário para alcançar esse número.

MATERIAIS E MÉTODOS

Coleta piloto

A amostragem de peixes da coleta piloto será feita em seis pontos de coleta localizados no rio Paraopeba a jusante da foz do córrego Ferro-Carvão. Amostragem em outros pontos de coleta poderão ser conduzidos. Cada ponto de coleta será amostrado por até três dias. Localização dos pontos de coleta a serem amostrados é:

PC1 – 2 kmr da foz do córrego Ferro-Carvão (coordenadas 23K 585896E 7771686S, município de Brumadinho, Fig. 2);

PC2 – 32 kmr da foz do córrego Ferro-Carvão e próximo à UTE de Igarapé (coordenadas 23K 575208E 7792410S, município de Juatuba, Fig. 3);

PC3 – 114 kmr da foz do córrego Ferro-Carvão e próximo a ponte da MG-238 (coordenadas 23K 545967E 7835428S, município de Cachoeira da Prata);

PC4 – a 194 kmr da jusante da foz do córrego Ferro-Carvão e próximo à ponte da MG-420 (coordenadas 23K 531423E 7879993S, município de Curvelo);

PC5 – a 224 kmr a jusante da foz do córrego Ferro-Carvão e próximo à Cachoeira do Choro (coordenadas 23 K 528196 7896982, município de Pompeu, Fig. 4); e

PC6 – a 256 kmr a jusante da foz do córrego Ferro-Carvão, no reservatório de Retiro Baixo (23K 523477E 7911565S, municípios de Pompeu e Curvelo, Fig. 5).

A captura dos peixes será feita por pescadores locais supervisionados por biólogo. Diferentes petrechos de pesca serão empregados para a amostragem da maior diversidade



possível de espécies e de dietas, além de tamanhos. Entre os petrechos de pesca a serem utilizados incluem anzóis, peneiras, tarrafas, rede de arrasto e redes de espera de malhas de 3 a 12 cm. Outros petrechos de pesca poderão ser utilizados caso a necessidade de seu uso seja detectada. Estima-se que serão capturados até 300 espécimes na coleta piloto.

Após a despesca, os peixes vivos serão eutanasiados em água contendo 200 mg.L⁻¹ de eugenol. Cada espécime será, então, identificado ao nível de específico (de preferência) ou gênero por biólogo, pesado, medido e alterações macroscópicas e anomalias anatômicas ou fisiológicas classificadas e quantificadas por médico veterinário.

De cada espécime serão também retiradas amostras para avaliação toxicológica de acordo com protocolo descrito no boletim técnico USGS/BRD/ITR-1999-2000 (USGS, EUA, 1999) para avaliação de metais pesados. Os órgãos (peixes grandes: fígado, músculo, pele, intestino e estômago; peixes pequenos, alevinos e juvenis: músculo e vísceras) serão acondicionados em tubos individuais e mantidos sob refrigeração ($\leq -4^{\circ}\text{C}$) até congelamento. De cada um deles, será determinada a concentração de arsênio, cádmio, chumbo e mercúrio.

Tamanho amostral

Os dados obtidos de cada espécie na coleta piloto serão utilizados na análise de poder para determinar o tamanho amostral a ser alcançado no Plano Amostral Final (PAF) de acordo com Cohen (1988). O tamanho amostral será determinado para as análises patológica e toxicológica, separadamente.

Para a análise patológica, o cálculo do tamanho amostral será feito para as patologias (alterações e anomalias anatômicas ou fisiológicas) macroscopicamente identificáveis em campo. Para cada uma delas, a frequência de ocorrência da patologia na amostra será utilizada para calcular o tamanho da amostra necessário para estimar a frequência de ocorrência da patologia na população com acurácia de 5% e intervalo de confiança de 95% para tamanho populacional de 100 mil. Esses cálculos serão conduzidos separadamente para cada espécie utilizando-se a calculadora disponível em <https://select-statistics.co.uk/calculators/sample-size-calculator-population-proportion/>.

Para a análise toxicológica, o tamanho amostral será determinado para arsênio, cádmio, chumbo e mercúrio. A variância da concentração de cada metal será estabelecida por espécie coletada na amostra piloto. A variância será, então, utilizada para o cálculo do tamanho amostral necessário para obter a média da concentração do metal na população com margem de erro de 5% e intervalo de confiança de 95%, considerando tamanho populacional de 100 mil



indivíduos. Esses cálculos serão feitos com a calculadora disponível em <https://select-statistics.co.uk/calculators/sample-size-calculator-population-mean/>.

No PAF, será adotado para as coletas das amostras destinadas à análise histopatológica o maior tamanho amostral obtido entre todas as patologias observadas para cada espécie. No caso das amostras para análise toxicológica, também será adotado, para cada espécie, o maior tamanho amostral obtido entre os metais analisados.

A coleta piloto também fornecerá dados para estimar o esforço de pesca a ser empregado no PAF necessário para atingir o tamanho amostral para as análises histopatológica e toxicológica. Para isso, será determinada a captura por unidade de esforço de pesca (CPUE) para cada espécie utilizando-se a equação $CPUE = N \cdot EP^{-1}$, onde N = número de indivíduos capturados e EP = esforço de pesca (Hubert & Fabrizio, 2007). Como diversos petrechos de pesca serão utilizados na captura de peixes, a CPUE será calculada por petrecho. Assim, o esforço de pesca será o tempo de pesca para anzol, número de peneiradas, número de lances da tarrafa, área amostrada com a rede de arrasto e área da rede de espera. Petrecho de pesca com pequena CPUE deverá ser eliminado do PAF, exceto se ele amostrar, em quantidade suficiente, determinada espécie que não seja capturada por outro petrecho qualquer.

A lista das espécies de peixes amostradas na coleta piloto será comparada à lista de 95 espécies de peixes da bacia rio Paraopeba de Alves & Leal (2010) para verificar se as principais espécies de peixes da bacia foram amostradas. Caso todas elas tenham sido amostradas na coleta piloto, os mesmos pontos de amostragem utilizados nessa coleta tenderão a ser utilizados no PAF. Caso contrário, outros pontos de amostragens deverão ser incluídos no PAF.

Plano Amostral Final

Quatro campanhas de 15 dias serão conduzidas no PAF para a coleta de peixes. A cada campanha, as coletas serão realizadas em, pelo menos, seis pontos de coletas ao longo do rio Paraopeba. A princípio, as coletas ocorrerão nos mesmos pontos da coleta piloto, mas novos pontos de coleta poderão ser incluídos, enquanto pontos de coleta já amostrados poderão ser excluídos dependendo dos resultados obtidos na coleta piloto. Cada ponto de coleta será amostrado por um a três dias a cada campanha. Estima-se que serão capturados de 600 a 900 peixes por campanha.

A metodologia do PAF seguirá, em linhas gerais, a metodologia adotada na coleta piloto. Assim, a equipe de campo será composta por um doutor coordenador e duas turmas: a de captura e a de processamento. A equipe de captura será formada por um biólogo e dois ou



mais pescadores, enquanto a turma de processamento, por um veterinário patologista e dois técnicos ambientais. A equipe de captura ficará responsável pela captura, eutanásia e identificação taxonômica dos peixes, e a turma de processamento pela biometria, observação anatomofisiológica e coleta de amostras para análises histopatológicas e toxicológicas.

A captura dos peixes será realizada pelos pescadores supervisionados por biólogo. A captura deverá ser feita com os mesmos petrechos de pesca utilizados na coleta piloto, mas outros petrechos de pesca também poderão ser utilizados caso a necessidade de seu uso seja percebida. Após a captura, os peixes serão eutanasiados em água contendo 200 mg/L de eugenol. Eles serão, então, identificados a nível de gênero ou espécie e entregues à equipe de processamento. Essa equipe medirá o peso e os comprimentos total e padrão de cada exemplar. Eles serão examinados por médico veterinário para alterações macroscópicas e anomalias anatômicas ou fisiológicas nos animais, não associadas a captura, que terão registro fotográfico e escrito.

Amostras para fins de avaliação patológica serão coletadas de acordo com protocolo descrito no capítulo 3.2.6 do “Manual de Coleta e Remessa de Amostras para Diagnóstico de Enfermidades de Animais Aquáticos na Rede Nacional de Laboratórios do Ministério da Pesca e Aquicultura – RENAQUA, (CGSAP/DEMOC/SEMOC/MPA, Governo Federal, 2013). Os órgãos (brânquias, rim, fígado, coração, intestino, estômago, cérebro, gônadas e pele) serão fixados em formol 10% tamponado por pelo menos 24 horas e posteriormente armazenados em etanol 70% em tubos herméticos.

As amostras para avaliação toxicológica serão coletadas de acordo com protocolo descrito no boletim técnico USGS/BRD/ITR-1999-2000 (USGS, EUA, 1999) para avaliação de metais, metaloides e compostos orgânicos tóxicos. Os órgãos (peixes grandes: fígado, musculo, pele, intestino e estômago; peixes pequenos, alevinos e juvenis: musculo e vísceras) serão acondicionados em tubos individuais e transportados sob refrigeração ($\leq -4^{\circ}\text{C}$) em prazo hábil, de acordo com o boletim supramencionado, para criopreservação.

As amostras serão acondicionadas em frascos identificados por código de barras GS1-128 ou identificação equivalente. Os frascos serão entregues ao Comitê Técnico Científico (CTC) do Projeto Brumadinho-UFMG. Eles irão acompanhados de informações sobre a amostra, sua coleta, o responsável pela coleta e pela auditoria da coleta, o transporte e pelo recebimento para armazenamento, dentre outras informações relevantes. O PC de cada amostra será georreferenciado por GPS (calibração DATUM SIRGAS2000). Indivíduos testemunho de cada



espécie serão utilizados para confirmação taxonômica em laboratório e tombamento na coleção ictiológica do CEFET-MG.

Todas as capturas de peixes estarão respaldadas pela Licença Permanente para a Coleta de Material Zoológico número de 10306-1 de 16/09/2007 emitida pelo IBAMA em nome de Alexandre Lima Godinho, coordenador da presente proposta.

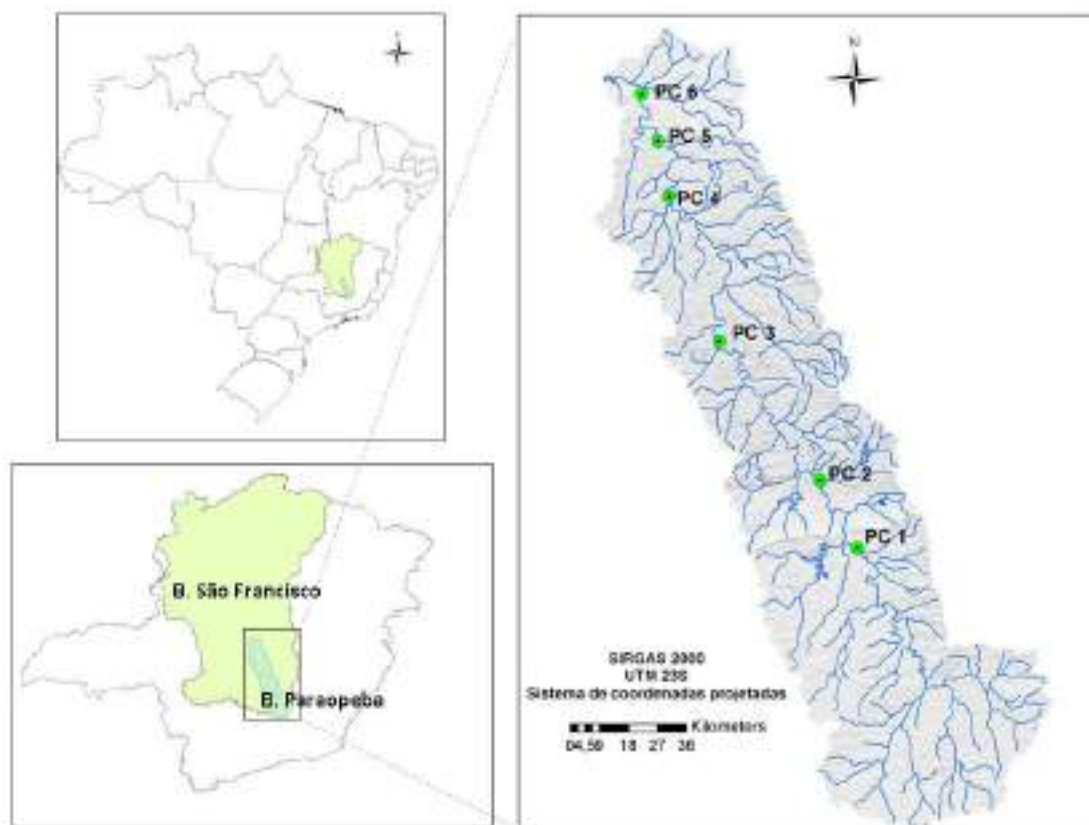


Figura 1: Bacia do rio Paraopeba com a indicação dos pontos de coleta (PC) da coleta piloto.



Figura 2: Ponto de coleta 1 próximo a foz do córrego Carvão-Feijão no alto rio Paraopeba.



Figura 3: Ponto de coleta 2 a jusante da UTE de Igarapé no médio rio Paraopeba.





Figura 4. Ponto de coleta 5 no distrito de Cachoeira do Choro, Curvelo, baixo rio Paraopeba.



Figura 5: Ponto de coleta 6 localizado no reservatório de Retiro Baixo no baixo rio Paraopeba.



EQUIPE

Bolsistas

- Prof. Alexandre L. Godinho (coordenador geral; <http://lattes.cnpq.br/1973152154381987>)
- Prof. Thiago C. Ribeiro (coordenador de equipe de campo; <http://lattes.cnpq.br/4910607492644260>)
- Pós-Doutorado Sênior (coordenador de equipe de campo, a indicar)

Autônomos

- Biólogo (coordenador da turma de captura, a indicar)
- Médico Veterinário (coordenador da turma de processamento, a indicar)
- Técnico em meio ambiente (a indicar)
- Técnico em meio ambiente (a indicar)

PLANO DE TRABALHO DOS BOLSISTAS

Os bolsistas deste projeto ficarão responsáveis pela coordenação geral do projeto e pela coordenação da equipe de campo. A coordenação geral ficará responsável pela contratação e admissão dos autônomos, execução financeira e revisão dos relatórios parcial e final. Será também responsabilidade da coordenação geral o treinamento da equipe, particularmente nas atividades de campo. A coordenação do campo, juntamente com os coordenadores de campo, instruirá os demais membros da equipe de campo, inclusive os pescadores, sobre as técnicas adequadas de amostragem, manuseio, eutanásia e coleta, etiquetagem e conservação de amostras.

Os coordenadores de campo ficarão responsáveis pelas campanhas de campo. Assim, compete a eles organizarem todo o material a ser utilizado em campo, bem como, planejar o roteiro e a logística. Será também responsabilidade deles que a captura, o manuseio, a eutanásia e a coleta, a etiquetagem e a conservação das amostras sejam feitas de acordo com o treinamento realizado. Os coordenadores de campo serão responsáveis pela entrega das amostras ao CTC, juntamente com as informações relativas à amostra, à sua coleta, ao responsável pela coleta, pela auditoria da coleta, pelo transporte e pelo recebimento para armazenamento, dentre outras. Os coordenadores elaborarão os relatórios parcial e final.



ORÇAMENTO

Item de dispêndio	Unidade	Quantidade	Custo unitário (R\$)	Custo total (R\$)
Pessoal				
Professor Pesquisador/Extensionista Doutor (Código P2)	Mês	5	9.373,43	46.867,15
Professor Pesquisador/Extensionista Doutor (Código P2)	Mês	5	9.373,43	46.867,15
Pós-Doutorado Sênior (Código P3)	Mês	5	8.880,09	44.400,45
Técnico graduado: Biólogo	Mês	5	7.400,08	37.000,40
Técnico graduado: Médico Veterinário	Mês	5	7.400,08	37.000,40
Técnico de meio ambiente	Mês	10	1.458,71	14.587,10
Pescador	Diária	300	170,00	51.000,00
Subtotal				277.722,65
Material permanente				
Balança Pesola	Unidade	4	350,00	1.400,00
Impressora de código de barra	Unidade	1	1.600,00	1.600,00
Microscópio estereoscópico (c/ lâmpada de reposição)	Unidade	1	10.000,00	10.000,00
Notebook	Unidade	2	2.500,00	5.000,00
Subtotal				18.000,00
Material de consumo				
Álcool	Galão 5L	60	48	2.880,00
Caixa isotérmica	Unidade	10	150,00	1.500,00
Caixa para transporte de amostras histopatológicas	Unidade	6	150,00	900,00
Cassetes histológicos	Pacote	41	115,00	4.715,00
Diesel para Mitsubishi	L	500	3,80	1.900,00
Diversos				5.000,00
EPI	Kit	10	500,00	5.000,00
Formol	Galão 5L	60	80	4.800,00
Frascos para armazenamento de cassetes histológicos	Pacote	29	40,00	1.160,00
Gasolina com óleo dois tempos para motor de popa	L	350	5,00	1.750,00
Gasolina para Strada	L	500	4,80	2.400,00
Gelo	Pacote	80	25	2.000,00
Lacre numerado	Pacote	2	250	500,00
Material cirúrgico	Kit	4	400,00	1.600,00
Material de escritório	Kit	4	50	200,00
Material de pesca (redes, tarrafas, varas, peneiras)	kit	10	1.200,00	12.000,00
Mesa de campo	Unidade	4	500,00	2.000,00
Papel a prova d'água A4	Pacote	3	181,00	543,00
Sacos plásticos	Pacote	10	55	550,00
Toldo	Unidade	2	3.000,00	6.000,00
Tubos Falcon	Pacote	225	50	11.250,00
Subtotal				68.648,00
Serviços de terceiros				
Aluguel camionete tipo Fiat Strada	Diária	75	120,00	9.000,00
Aluguel camionete tipo Mitsubishi L200	Diária	75	380,00	28.500,00
Aluguel de barco e motor de popa	Diária	75	250,00	18.750,00
Análise de metais pesados	Unidade	300	215,00	64.500,00
Subtotal				120.750,00
Diária				
Diária	Dias	525	177,00	92.925,00
Subtotal				92.925,00
Total parcial				578.045,65
Taxas UFGM				82.577,95
TOTAL				660.623,60



O material permanente listado do orçamento será necessário para pesagem dos peixes (balanças), imprimir etiquetas para rotulagem de frascos contendo amostras para análises histopatológicas e toxicológicas (impressora), confirmação taxonômica dos peixes (microscópio estereoscópico) e coleta de dados em campo (notebook).

CRONOGRAMA EXECUTIVO

Atividade	Mês				
	1	2	3	4	5
Coleta piloto	■				
Processamento de amostras	■				
Envio do Plano de Trabalho Final		■			
Coleta de amostras do Plano de Trabalho Final		■	■	■	■
Entrega de amostras e dados ao CTC		■			
Entrega de relatórios parcial e final			■	■	■

INDICADORES DE CUMPRIMENTO DE ATIVIDADES E FASES

Atividade	Indicador de cumprimento
Coleta piloto	Dados e amostras dos peixes coletados
Processamento de amostras	Dados sobre a concentração de metais pesados nos peixes amostrados na coleta piloto
Envio do Plano de Trabalho Final	Entrega do Plano de Trabalho Final
Coleta do Plano de Trabalho Final	Entrega de amostras e dados ao CTC
Entrega de relatórios parcial e final	Entrega de relatórios parcial e final

CRONOGRAMA DE DESPESAS, AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS E SERVIÇOS DE TERCEIROS

Rubrica	Mês				
	1	2	3	4	5
Pessoal	■	■	■	■	■
Material permanente			■		
Material de consumo	■	■	■	■	■
Serviços de terceiros	■	■	■	■	■
Diária	■	■	■	■	■

CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO

Rubrica	Mês					Total
	1	2	3	4	5	
Pessoal	55.544,53	55.544,53	55.544,53	55.544,53	55.544,53	277.722,65
Material de consumo	18.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18.000,00
Material permanente	17.500,00	12.787,00	12.787,00	12.787,00	12.787,00	68.648,00
Serviços de terceiros	24.150,00	24.150,00	24.150,00	24.150,00	24.150,00	120.750,00
Diária	18.585,00	18.585,00	18.585,00	18.585,00	18.585,00	92.925,00
Taxas	19.111,36	15.866,65	15.866,65	15.866,65	15.866,65	82.577,95
Total	152.890,89	126.933,18	126.933,18	126.933,18	126.933,18	660.623,60



REFERÊNCIAS

- Alves, C. B. M. (2012). A ictiofauna e a escada experimental para peixes do rio Paraopeba-UTE Igarapé, bacia do rio São Francisco (Minas Gerais), pp. 59–81. In: Lopes, J. M. & Silva, F. O. (org.) *Transposição de Peixes*. Belo Horizonte: Cemig. 173p.
- Alves, C. B. M. & Leal C. G. (2010). Aspectos da conservação da fauna de peixes da bacia do rio São Francisco em Minas Gerais. *MG.Biota*, 2(6), 26–50.
- Bonecker, A. C. T., de Castro, M. S., Costa, P. G., Bianchini, A., & Bonecker, S. L. C. (2019). Larval fish assemblages of the coastal area affected by the tailings of the collapsed dam in southeast Brazil. *Regional Studies in Marine Science*, 32, 100848.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. s.l.: Lawrence Erlbaum. 567pp.
- Fernandes, G. W., Goulart, F. F., Ranieri, B. D., et al. (2016). Deep into the mud: Ecological and socio-economic impacts of the dam breach in Mariana, Brazil. *Natureza & Conservação*, 14(2), 35–45.
- França, L.E. (2018). *Barragem de rejeito não seguras da bacia do Paraopeba, Minas Gerais: riscos para os recursos hídricos e a ictiofauna*. Dissertação (Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais) Departamento de Cartografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais
- Gomes, L. C., Chippari-Gomes, A. R., Miranda, T. O. & et al. (2018). Genotoxicity effects on *Geophagus brasiliensis* fish exposed to Doce River water after the environmental disaster in the city of Mariana, MG, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 79(4), 659–664.
- Hubert, W.A. and Fabrizio, M.C., 2007. Relative abundance and catch per unit effort, pp. 279-325. In: Guy, C. S. & Brown M. L. (ed.) *Analysis and interpretation of freshwater fisheries data*. Bethesda: American Fisheries Society.
- IBAMA. (2015). *Laudo técnico preliminar: Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais [Preliminary technical report: environmental impacts of the disaster involving the disruption of Fundão dam in Mariana, Minas Gerais]*. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
- ICMBIO. (2016). *Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Resultados preliminares da avaliação do impacto do acidente da Samarco no ambiente marinho. Ofício nº 225/2016—GABI/PRES/ICMBio. Brasília, 22 de março de 2016*. Recuperado de http://www.mpf.mp.br/es/sala-de-imprensa/docs/doc-3_20160036149-1-ibama.pdf
- IGAM (2019). *Informativo nº 32-Informativo diário dos parâmetros de qualidade das águas nos locais monitorados ao longo do Rio Paraopeba, após o desastre na barragem B1 no*

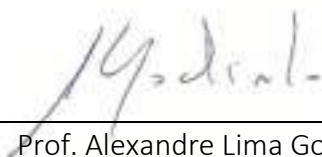


complexo da Mina Córrego Feijão da Mineradora Vale/SA no município de Brumadinho-Minas Gerais. s.l. IGAM. 141 p.

Lopes, C. A., Araujo, N. L. F., Rocha, L. & et al. (2019). Toxic and essential metals in *Narcine brasiliensis* (Elasmobranchii: Narcinidae): A baseline ecotoxicological study in the Southeast Atlantic and preliminary maternal transfer implications. *Marine Pollution Bulletin*, 149, 110606.

SEMAD (2019). Nota de esclarecimento 13 – Desastre Barragem B1. Disponível em: <<http://www.meioambiente.mg.gov.br/noticias/1/3757-nota-de-esclarecimento-13-desastre-barragem-b1>> Acessado em: 06/12/2019

Vargas, I.B., Mainardi, V.F., Aguiar, L.L., de Souza, D.L., Piedade, A.E., Rangel, T.P., de Almeida, D.Q.R., Mendonça, P.P., de Rezende, C.E., de Oliveira David, J.A., Vergilio, C.S (2017). Potencial mutagênico e genotóxico de peixes expostos ao sedimento do rio Doce após o rompimento da barragem. *Revista Univap*, 22(40), 595.



Prof. Alexandre Lima Godinho



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA**

PROJETO BRUMADINHO-UFMG

**PROPOSTA DE SUBPROJETO APRESENTADA À
CHAMADA PÚBLICA INTERNA INDUZIDA Nº 04/2019**

**COLETA DE AMOSTRAS DA ICTIOFAUNA DA BACIA DO RIO
PARAOPEBA PARA ANÁLISE PATOLÓGICA E TOXICOLÓGICA**

Belo Horizonte

2020

