



Número: **5095953-93.2020.8.13.0024**

Classe: **[CÍVEL] PROCEDIMENTO COMUM CÍVEL**

Órgão julgador: **2ª Vara da Fazenda Pública e Autarquias da Comarca de Belo Horizonte**

Última distribuição : **19/07/2020**

Valor da causa: **R\$ 2.000.000.000,00**

Processo referência: **50715214420198130024**

Assuntos: **Mineração, Brumadinho, Mariana**

Segredo de justiça? **NÃO**

Justiça gratuita? **NÃO**

Pedido de liminar ou antecipação de tutela? **NÃO**

Partes	Advogados
Ministério Público - MPMG (AUTOR)	
ESTADO DE MINAS GERAIS (AUTOR)	
	MARIO EDUARDO GUIMARAES NEPOMUCENO JUNIOR (ADVOGADO) LYSSANDRO NORTON SIQUEIRA (ADVOGADO) CASSIO ROBERTO DOS SANTOS ANDRADE (ADVOGADO) SERGIO PESSOA DE PAULA CASTRO (ADVOGADO)
DEFENSORIA PUBLICA DO ESTADO DE MINAS GERAIS (AUTOR)	
VALE S/A (RÉU/RÉ)	
	MARCOS LUIZ DOS MARES GUIA NETO (ADVOGADO) ANA JULIA GREIN MONIZ DE ARAGAO (ADVOGADO) HUMBERTO MORAES PINHEIRO (ADVOGADO) WILSON FERNANDES PIMENTEL (ADVOGADO) FLAVIO MARCOS NOTINI DE CASTRO (ADVOGADO) OCTAVIO BULCAO NASCIMENTO (ADVOGADO)

Outros participantes	
PAULA DE MOREIRA GUIMARAES (TERCEIRO INTERESSADO)	
Ministério Público Federal (FISCAL DA LEI)	
ADVOCACIA GERAL DA UNIAO (TERCEIRO INTERESSADO)	
	MARCUS VINICIUS PEREIRA DE CASTRO (ADVOGADO) MARCELO KOKKE GOMES (ADVOGADO)
Advocacia Geral do Estado (TERCEIRO INTERESSADO)	
MINISTERIO PUBLICO DA UNIAO (TERCEIRO INTERESSADO)	
DEFENSORIA PUBLICA DA UNIAO EM MINAS GERAIS (TERCEIRO INTERESSADO)	

Documentos			
Id.	Data da Assinatura	Documento	Tipo
125411834	19/07/2020 10:24	Petição Inicial	Petição Inicial
125411835	19/07/2020 10:24	PROPOSTA RECOMENDADA CHAMADAS 18 e 21	Outros documentos

125411836	19/07/2020 10:24	DOC 1 - PROCESSO SELETIVO	Outros documentos
125411837	19/07/2020 10:24	DOC 2 - PROPOSTA FUNDEP	Outros documentos
125411838	19/07/2020 10:24	DOC 3 - PROPOSTA RECOMENDADA E TERMO	Outros documentos
125720374	21/07/2020 12:15	Certidão de Triagem	Certidão de Triagem
269391858	07/08/2020 11:41	Decisão	Decisão
269391863	07/08/2020 11:41	5095953-93.2020.8.13.0024 (Chamadas 18 e 21)	Decisão
272846892	07/08/2020 15:08	Decisão	Intimação
305986838	11/08/2020 19:27	Petição	Petição
305986840	11/08/2020 19:27	Autores_dilacao_prazo_chamada_18-21	Petição
326851912	13/08/2020 14:50	Petição	Petição
326851916	13/08/2020 14:50	vale-chamadas18e21-prazo-quesitos.130820	Petição
369793446	18/08/2020 13:47	Certidão	Certidão
387988458	19/08/2020 19:07	Despacho	Despacho
387988459	19/08/2020 19:07	5095953-93.2020.8.13.0024 - DILAÇÃO - CHAMADA 18 e 21	Despacho
629580073	11/09/2020 18:34	Decisão	Decisão
629580078	11/09/2020 18:34	5095953-93.2020.8.13.0024 - APROVAÇÃO CHAMADAS 18 e 21	Decisão
641045039	14/09/2020 13:04	Decisão	Intimação
758373243	22/09/2020 19:09	MPMG-ass PETICAO - Chamadas UFMG - 5095953-93.2020.8.13.0024 CHAMADAS 18-21 - 02Set2	Manifestação da Promotoria
758373244	22/09/2020 19:09	MPMG-60612553-ACM-DM-ZZ-LT-PM-0011-2020	Manifestação da Promotoria
789539840	24/09/2020 12:50	Petição	Petição
789284995	24/09/2020 12:50	vale-ufmg-quesitos-chamadas18e21.240920	Petição
789284994	24/09/2020 12:50	UFLA_VALE_Avaliacao_Tecnica_Chamadas_18_21_v03	Documento de Comprovação
844630012	29/09/2020 13:51	Manifestação da Advocacia Pública	Manifestação da Advocacia Pública
844630019	29/09/2020 13:51	EMG_quesitos_assistente tecnico_chamadas_18-21	Manifestação da Advocacia Pública
849499966	29/09/2020 16:38	Petição	Petição
849499983	29/09/2020 16:38	vale-ufmg-valor-chamadas18e21.290920	Petição
968734838	07/10/2020 15:25	Ofício	Ofício
968839802	07/10/2020 15:25	5095953-93.2020.8.13.0024 - APROVAÇÃO CHAMADAS 18 e 21 -1	Documento de Comprovação
987999816	08/10/2020 15:35	ENVIO DE OFÍCIO	Certidão
987999823	08/10/2020 15:35	5095953 ZIMBRA	Documento de Comprovação
1057829902	16/10/2020 14:07	Petição	Petição
1057829910	16/10/2020 14:07	vale-ufmg-impugnação-quesitos-chamadas18e21.151020	Petição
1057829917	16/10/2020 14:07	UFLA_VALE_Impugnacao_quesitos_Chamadas_18_21_MPMG_v02	Documento de Comprovação
1086199803	20/10/2020 07:46	REENVIO DE OFÍCIO	Certidão
1086199805	20/10/2020 07:46	5095953 ZIMBRA 20.10	Documento de Comprovação
1090924821	20/10/2020 12:58	Petição	Petição
1090924832	20/10/2020 12:58	vale-ufmg-impugnação-quesitos-chamadas18e21.201020	Petição
1090924842	20/10/2020 12:58	UFLA_VALE_Impugnacao_quesitos_chamada_18-21_EMG_v03	Documento de Comprovação
1265799930	05/11/2020 13:58	Reenvio de oficio	Certidão
1265714843	05/11/2020 13:58	5095953 Zimbra	Documento de Comprovação
1356234839	11/11/2020 17:38	Decisão	Decisão
1356329796	11/11/2020 17:38	QUESITOS CHAMADAS 18 E 21 - 5095953-93.2020.8.13.0024	Decisão
1366699896	12/11/2020 12:14	Decisão	Intimação

1525619919	24/11/2020 14:59	MPMG-ACP 5095953-93.2020.8.13.0024 - ciente - 23NOV20	Manifestação da Promotoria
1604384851	30/11/2020 21:53	Manifestação da Defensoria Pública	Manifestação da Defensoria Pública
1610819970	01/12/2020 13:09	Petição	Petição
2353808393	29/01/2021 18:31	Manifestação	Manifestação

CERTIDÃO

Certifico que autuei os presentes autos, cumprindo determinação contida na Ata de Audiência do dia 13/02/2020,

nos autos de n.5071521-44.2019.8.13.0024, para desenvolvimento de pesquisa a serem realizadas por pesquisadores da UFMG.

Ficando os presentes autos contendo documentos da denominada CHAMADA 18 - 21.



Exmo. Sr. Juiz da 2ª Vara da Fazenda Pública e Autarquias da Comarca de Belo Horizonte,

Para formação de Incidente nos autos nº 5071521-44.2019.8.13.0024

O Comitê Técnico-Científico do Projeto Brumadinho-UFMG, por sua Coordenação, vem perante V. Exa., expor e ao final requerer:

1. O Comitê Técnico-Científico, conforme previsto nas Cláusulas 2.5, 2.33, 2.34 e 2.35 do Termo de Cooperação técnica nº 037/19, firmado entre a Universidade Federal de Minas Gerais –UFMG e esse d. Juízo da 2ª Vara da Fazenda Pública e Autarquias da Comarca de Belo Horizonte, fez publicar a **Chamada Pública Interna Induzida nº 18 e 21**, previamente aprovada pelo juízo, tendo por objeto **“Determinação de metais e metaloides em amostras de água superficial e sedimento da Bacia do Rio Paraopeba”**.
2. Como se vê do Processo Seletivo juntado aos autos a **Chamada Pública Interna Induzida nº 18 e 21** chamou a comunidade acadêmica da UFMG para apresentação de propostas de Subprojetos até **19/06/2020**. Em **22/06/2020** foi realizada a primeira reunião de julgamento da única proposta de Subprojeto apresentada. Foi divulgado resultado preliminar pedindo adequações da proposta de Subprojeto apresentada pela **Professora Doutora Letícia Malta Costa do Departamento de Química do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Minas Gerais**. Encerrado o prazo para interposição de recursos, em **03/07/2020**, **decidiu-**



se pela recomendação da contratação do Subprojeto apresentado pela **Professora Doutora Leticia Malta Costa do Departamento de Química do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Minas Gerais**. O resultado final foi divulgado em 08/07/2020.

3. O Subprojeto recomendado tem orçamento de **R\$778.575,34 (setecentos e setenta e oito mil, quinhentos e setenta e cinco reais e trinta e quatro centavos)**. Ao valor deve ser acrescido os serviços orçados pela FUNDEP em **R\$77.857,53 (setenta e sete mil, oitocentos e cinquenta e sete reais e cinquenta e três centavos)** conforme documento anexo. Importante recordar, quanto ao aspecto, que conforme Cláusula 9.3, do Termo de Cooperação Técnica nº 37/2019, "A FUNDAÇÃO fará jus a remuneração por serviços prestados PROJETO BRUMADINHO-UFMG na implantação dos Subprojetos, devendo ser prevista nos instrumentos específicos dessa contratação". **O valor total orçado para a execução do projeto, portanto, é de R\$856.432,87 (oitocentos e cinquenta e seis mil, quatrocentos e trinta e dois reais e oitenta e sete centavos).**
4. Recorde-se, ainda, que conforme Cláusula 4.6 do Termo de Cooperação Técnica nº 037/19 e a Cláusula Segunda, Parágrafo Terceiro, inciso VI, do instrumento contratual publicado, "ao final do contrato, eventual saldo remanescente, monetariamente corrigido e acrescido dos rendimentos percebidos".
5. Dessa forma, o passo seguinte para início dos trabalhos descritos na **Chamada Pública Interna Induzida nº 18 e 21**, após a presente **recomendação da contratação** do Subprojeto, é a aprovação pelo juízo, com a expressa autorização de sua contratação pela FUNDEP, e a subsequente transferência da quantia correspondente a **R\$856.432,87 (oitocentos e cinquenta e seis mil, quatrocentos e trinta e dois reais e oitenta e sete centavos)**.

Pelo exposto, requer-se:

- a. **APROVAÇÃO DA PROPOSTA** de Subprojeto apresentado pela **Professora Doutora Leticia Malta Costa do Departamento de Química do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Minas Gerais**.



- b. **AUTORIZAÇÃO** expressa à FUNDEP para a contratação do Subprojeto recomendado e aprovado; e
- c. **DETERMINAÇÃO** da transferência da quantia correspondente de **R\$856.432,87 (oitocentos e cinquenta e seis mil, quatrocentos e trinta e dois reais e oitenta e sete centavos)** dos valores à disposição do juízo para a **CONTA BANCÁRIA 960.620-3, AGÊNCIA 1615-2, DO BANCO DO BRASIL, de titularidade da FUNDEP (CNPJ 18.720.938/0001-41).**

Termos em que pede juntada e deferimento.

Belo Horizonte, 17 de junho de 2020.



Fabiano Teodoro Lara
Coordenador do Comitê Técnico-Científico do
Projeto Brumadinho-UFMG



PROCESSO SELETIVO

CHAMADAS

18 e 21



CHAMADA DIVULGADA



CHAMADA PÚBLICA INTERNA INDUZIDA No. 18 e 21/2020

DETERMINAÇÃO DE METAIS E METALÓIDES EM ÁGUA SUPERFICIAL E SEDIMENTOS DA BACIA DO RIO PARAPEBA

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 de 259 pessoas e 11 pessoas permanecem desaparecidas, segundo números apurados até janeiro de 2020. Além das perdas humanas registrou-se uma série de consequências e impactos pessoais, sociais, ambientais, econômicos e em patrimônios por longa extensão territorial, em especial na Bacia do Rio Parapeba.

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 2ª 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” (Projeto Brumadinho-UFMG), aprovado em audiência e consolidado mediante o Termo de Cooperação Técnica nº 037/19, firmado entre a UFMG e o Juízo da 2ª Vara da Fazenda Pública da Comarca de Belo Horizonte.

2. PROJETO BRUMADINHO-UFMG

O **Projeto Brumadinho-UFMG** tem como *objetivo geral* auxiliar o Juízo da 2ª Vara da Fazenda Pública da Comarca de Belo Horizonte por meio de estudos e pesquisas que permitam identificar e avaliar os impactos decorrentes do rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão.

Os *objetivos específicos* são: identificar e avaliar as necessidades emergenciais dos 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 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 de pesquisa e extensão e supervisionar a sua implementação e execução para consecução dos objetivos gerais e específicos.

O Comitê Técnico-Científico 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 Comitê Técnico-Científico do **Projeto Brumadinho-UFMG** e realizadas mediante seleção de Subprojetos em "Chamadas" que tenham pertinência com os objetivos constantes no **Projeto Brumadinho-UFMG**.

2.1 CHAMADAS PÚBLICAS E COMITÊ TÉCNICO CIENTÍFICO

Os Subprojetos de pesquisa e extensão serão avaliados e selecionados pelo Comitê Técnico-Científico 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 sua execução supervisionada pelo Comitê Técnico-Científico 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 mesmo.

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 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 algum Subprojeto for desenvolvido, poderá haver seleção de mais de uma proposta por Chamada, a critério do Comitê Técnico-Científico do **Projeto Brumadinho-UFMG** e do Juízo.

As propostas de pesquisa e extensão devem ter um caráter multidisciplinar sempre que possível. Os resultados 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 e resultados produzidos **não** poderão ser publicados, divulgados ou de qualquer forma fornecidos sem a autorização expressa do Juízo.

3 OBJETO DA CHAMADA DE SUBPROJETO

Determinação de metais e metaloides em amostras de água superficial e sedimento da Bacia do Rio Paraopeba.

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliação da presença e distribuição de contaminantes inorgânicos em águas superficiais e sedimentos da Bacia do Rio Paraopeba.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Determinar contaminantes inorgânicos previstos nas Normas CONAMA 357 e 454 em amostras de água superficial e sedimentos, respectivamente, encaminhadas para análise pelo CTC-UFMG;
- b) Após a entrega dos resultados dos relatórios parciais com os resultados obtidos e recebimento do georreferenciamento das amostras do CTC-UFMG, comparar os resultados obtidos com os valores-guia de qualidade das Normas CONAMA 357 e 454. Utilizar gráficos e métodos estatísticos para interpretação dos dados obtidos, em conjunto com os resultados provenientes de outros subprojetos no âmbito do **Projeto Brumadinho-UFMG**, se houver;
- c) Avaliar os resultados obtidos com relação a trabalhos desenvolvidos pelas partes envolvidas nas ações judiciais (autos 5000121-74.2019.8.13.0054, 5010709-36.2019.8.13.0024, 5026408-67.2019.8.13.0024, 5044954-73.2019.8.13.0024), que tramitam perante o Juízo da 2ª Vara da Fazenda Pública da Comarca de Belo Horizonte, além de outros trabalhos de monitoramento ambiental e estudos científicos disponíveis.



3.3 METODOLOGIA

O rompimento da Barragem B1 da Mina "Córrego do Feijão", em Brumadinho, causou o espalhamento de 12,7 milhões de m³ de rejeitos do processo de mineração de ferro, que desconfigurou a calha do Córrego Ferro-Carvão e afetou a qualidade da água do Rio Paraopeba desde Brumadinho até a represa de Retiro Baixo. A maior parte do rejeito ficou espalhada por uma área de cerca de 300 ha, que vai desde a Barragem até a confluência do Córrego Ferro-Carvão com o Rio Paraopeba. Porém, parte desse material atingiu e se espalhou pelo Rio Paraopeba, afetando a qualidade das águas e sedimentos desse corpo hídrico.

Os trabalhos a serem realizados neste Subprojeto se dividem em duas etapas: (1) análise de amostras de água superficial e de sedimento; (2) recebimento de dados do CTC-UFMG sobre o plano amostral e elaboração de um relatório completo utilizando esses dados e comparações com dados provenientes de outros trabalhos.

As amostras a serem analisadas serão selecionadas pelo CTC-UFMG. Serão 44 amostras de água superficial coletadas mensalmente, durante 11 meses. No caso de sedimentos, serão 44 amostras coletadas em um período do ano e outras 44 coletadas em outro período, dentro de um período de 11 meses, totalizando 88 amostras.

A equipe executora deverá realizar o desenvolvimento, validação e determinação da presença e concentração de compostos inorgânicos utilizando a infraestrutura disponível no Centro de Referência Ambiental (CRA) da UFMG. O CRA-UFMG é um complexo multilaboratorial, localizado no Departamento de Química da UFMG, que foi adquirido e implementado com recursos do **Projeto Brumadinho-UFMG**. Esse se destina a execução exclusiva das análises e pesquisas realizadas dentro do escopo das Chamadas do **Projeto Brumadinho-UFMG**.

A determinação dos contaminantes inorgânicos deverá ser feita de acordo com um dos itens descritos a seguir: (1) métodos da EPA; (2) metodologias reconhecidas e utilizadas internacionalmente; (3) metodologias desenvolvidas durante a execução do Subprojeto, as quais terão que ser validadas segundo as normas do INMETRO. Neste último caso, o coordenador da proposta deve comprovar conhecimento e experiência nas metodologias que pretende desenvolver e empregar.

Os equipamentos disponíveis para tais determinações são: fornos de micro-ondas para decomposição de amostras (EthosUP, Milestone e Mars Iwave), bloco digestor (DigiBlock modelo EDS36S LabTech), espectrômetro de massa com plasma acoplado indutivamente (ICP-MS 8900 Agilent), espectrômetro de emissão óptico com plasma indutivamente acoplado (ICP OES 5100 Agilent), analisador elementar EA3000 (CHNS) (O) TIC/TOC Euro Vector, Sistema de Cromatografia



de Íons HPIC Integrado de altíssima performance, Thermo Scientific, modelo Dionex Integrion com sistema RFIC, espectrômetro por fluorescência de raio-x de reflexão total (TXRF), marca bruker, modelo S4 T-STAR e Analisador direto de mercúrio DMA-80 EVO TriCell da Milestone. Além destes, outros equipamentos de menor porte, tais como balança analítica, agitadores, destilador de ácidos, banhos ultrassônicos, dentre outros, também estarão disponíveis no laboratório CRA.

A digestão das amostras de água para determinação de metais e metaloides totais deverá ser feita segundo métodos SMWW 3030E, 3030F, 3030I ou 3030K. As determinações dos elementos em concentrações mais altas (mg/l) segundo SMWW 3120B e em concentrações mais baixas (µg/l) segundo SMWW 3125B ou EPA 200.8. A determinação de metais dissolvidos deverá ser feita diretamente, no caso de amostras límpidas, com detecção segundo SMWW 3120B (maiores) e SMWW 3125B ou EPA 200.8 (menores). No caso de amostras turvas, a mesma metodologia de digestão para metais totais deverá ser usada antes da detecção.

No caso de sedimentos, a digestão das amostras deverá ser feita segundo método da EPA 3050B, 3051A ou 3052 e as determinações dos elementos segundo SMWW 3120B, SMWW 3125B ou EPA 6010D, 6020B e 200.8. A determinação de mercúrio deverá ser feita diretamente, sem digestão de amostra segundo método EPA 7473.

Ânions deverão ser determinados utilizando cromatografia de íons com detecção por condutividade.

Os laboratórios do CRA estão sendo adequados para acreditação de ensaios segundo a Norma Brasileira ISO 17025. Diante disso, o coordenador do Subprojeto deverá prever no escopo do trabalho a validação dos ensaios propostos, de acordo com as normas do INMETRO. Deverá prever, também, os consumíveis (por exemplo, padrões, materiais de referência, solventes, gases e peças de reposição para os equipamentos, colunas cromatográficas que serão utilizados na execução da proposta), bem como gastos e tempo a serem dispendidos com recursos humanos. Para isso, o coordenador do Subprojeto também deverá considerar, na equipe que utilizará a infraestrutura do CRA, membros com formação compatível e comprovada com as atividades típicas de um laboratório de análises químicas, incluindo manuseio e preparo de amostras, conhecimento de operação de equipamentos e disponibilidade para treinamento. Também deverá demonstrar conhecimento de todas as etapas envolvidas na validação e execução de metodologias analíticas, além de outras atividades previstas para a execução do Subprojeto.

Após a recomendação do projeto pelo Comitê, o Coordenador do Subprojeto deverá se reunir com o Coordenador Geral do CRA para estabelecer as metodologias a serem utilizadas, o cronograma de execução previsto, o treinamento dos membros da equipe e aquisição de consumíveis que atendam as normas de qualidade do CRA.



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**.

A região de referência (municípios atingidos) compreende os seguintes municípios selecionados, de Brumadinho até a represa da Usina Hidrelétrica de Retiro Baixo, a saber: (1) Betim, (2) Brumadinho, (3) Curvelo, (4) Esmeraldas, (5) Florestal, (6) Fortuna de Minas, (7) Igarapé, (8) Juatuba, (9) Maravilhas, (10) Mário Campos, (11) Martinho Campos, (12) Papagaios, (13) Pará de Minas, (14) Paraopeba, (15) Pequi, (16) Pompéu, (17) São Joaquim de Bicas, (18) São José da Varginha, (19) Sarzedo.

A proposta deve indicar um responsável por (a) produzir informações/conteúdos sobre o projeto que serão publicadas no site da Plataforma Brumadinho, (b) receber demandas externas e (c) organizar atividades relativas à pesquisa de campo.

A proposta deverá prever um adicional de 10% no número de testes a serem realizados. Tal quantitativo adicional poderá ser utilizado para reanálise das amostras de acordo com solicitação do CTC, do juízo ou das partes, ou ainda, para verificação da acurácia e exatidão dos resultados obtidos, através do reteste de amostras "cegas" aleatoriamente selecionadas.

3.4 VALOR DISPONÍVEL

As propostas deverão ter um valor máximo de R\$ **780.000,00**.

3.5 PRODUTOS

Todos os dados produzidos no escopo do projeto devem observar as especificações técnicas para a produção e entrega de documentos para publicação que constam no Anexo III desta chamada.

Os produtos a serem entregues pela Coordenação do Subprojeto para o CTC-UFMG são:

Referente à primeira etapa do projeto:

- 1) Relatório de validação para cada analito, previamente ao relatório com os resultados das análises das amostras;
- 2) 11 relatórios bimestrais seguintes constando os resultados das análises das amostras.



Referente à segunda etapa do projeto, deve ser entregue um relatório final completo, constando:

- 1) Avaliação e discussão dos resultados das determinações de compostos obtidos, com relação aos dados de georreferenciamento e às Normas 357 e 454 do CONAMA;
- 2) Comparação com dados de estudos anteriores realizados na mesma área, no âmbito do **Projeto Brumadinho-UFMG**;
- 3) Comparação com trabalhos anteriores realizados pelas partes envolvidas ações judiciais (autos 5000121-74.2019.8.13.0054, 5010709-36.2019.8.13.0024, 5026408-67.2019.8.13.0024, 5044954-73.2019.8.13.0024) que tramitam perante o Juízo da 2ª Vara da Fazenda Pública da Comarca de Belo Horizonte;
- 4) Comparação com trabalhos de monitoramento ambiental e trabalhos científicos disponíveis.

3.6 PRAZOS

O prazo para execução das atividades que são objetos desta chamada é de **13 meses** a contar da data de contratação da proposta.

4 REQUISITOS PARA A 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.
- c) Docentes coordenadores ou participantes de equipes de outras chamadas, se o somatório da carga horária de dedicação não exceder a 8 horas semanais no total.

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.



5 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 *amici curiae* nos processos indicados no item 1 desta Chamada, ou em processos movidos contra quaisquer das partes ou *amici 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 *amici curiae* indicadas no 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 *amici curiae* descritos no item 1 desta Chamada, do Juízo e de membros do Comitê Técnico-Científico do **Projeto Brumadinho-UFMG**;
- d) formulou pedidos relacionados com o rompimento da Barragem da Mina "Córrego do Feijão" a quaisquer das partes ou *amici 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 *amici 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 *amici curiae* descritos no item 1 desta Chamada;
- f) for herdeiro presuntivo, donatário ou empregador de quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos no item 1 desta Chamada;
- g) seja empregado ou tenha qualquer relação de subordinação ou dependência com quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos no item 1 desta Chamada;
- h) prestou serviços relacionados com o rompimento da Barragem da Mina "Córrego do Feijão" a quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos no 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 *amici curiae* descritos no item 1 desta Chamada;
- j) tiver em curso a ação contra quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos no item 1 desta Chamada, ou seu advogado;
- k) for amigo íntimo ou inimigo de quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos no 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 *amici curiae* descritos no 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 *amici curiae* descritos no item 1 desta Chamada;
- n) tiver interesse direto no julgamento dos processos em favor de quaisquer das partes ou *amici curiae* descritos no item 1 desta Chamada;
- o) ser membro do Comitê Técnico-Científico do Projeto Brumadinho como membro permanente ou assessoria.

6 SUBMISSÃO DA PROPOSTA E CRONOGRAMA

Cada proponente (coordenador) ou membro de equipe (pesquisador, técnico, etc.) poderá participar de apenas uma proposta para a presente Chamada.

As propostas de Subprojeto da presente chamada deverão ser entregues em arquivo PDF único contendo a documentação pertinente, conforme o caso, aplicando-se no que couber o disposto no §1º do art. 116, da Lei nº 8.666/93.

As propostas deverão conter:

- a) descrição das etapas e atividades a serem desenvolvidas;
- b) cronograma das etapas e atividades;
- c) plano de trabalho de cada membro da equipe;



- d) programação e cronograma de despesas, aquisição de equipamentos e serviços de terceiros;
- e) programação de entrega de relatórios parciais, finais e de apresentações;
- f) definição de indicadores de cumprimento de atividades e fases.

A proposta deverá especificar no cronograma todas as atividades do subprojeto que demandam relacionamento com as comunidades, representações locais, gestores e profissionais dos equipamentos públicos, órgãos da administração municipal ou estadual, especificando o tipo de relacionamento inerente à coleta de dados das etapas.

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 contratação 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 19/06/2020
RESULTADO PRELIMINAR	Até 5 dias úteis após o fim do prazo de submissão das propostas.
INTERPOSIÇÃO DE RECURSO	Até 5 dias úteis após apresentação do resultado preliminar.
RESULTADO FINAL	Até 3 dias úteis após o fim do prazo de recurso.

7 AVALIAÇÃO DAS PROPOSTAS

As propostas serão avaliadas colegiadamente pelo Comitê Técnico-Científico do **Projeto Brumadinho-UFMG**.



7.1 COMITÊ TÉCNICO-CIENTÍFICO

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

Os Subprojetos serão avaliados e selecionados do Comitê Técnico-Científico 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 Comitê Técnico-Científico do **Projeto Brumadinho-UFMG**.

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

7.2 AVALIAÇÃO E SELEÇÃO

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

As propostas serão analisadas em três etapas:

- a) **Enquadramento:** as propostas submetidas serão analisadas pelo Comitê Técnico-Científico do **Projeto Brumadinho-UFMG** para verificar se atendem aos termos do presente Edital. Esta etapa é eliminatória;
- b) **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;
- c) **Homologação:** as propostas recomendadas e classificadas na etapa anterior pelo Comitê Técnico-Científico do **Projeto Brumadinho-UFMG** serão encaminhadas ao Juízo por ordem de classificação, que decidirá sobre a contratação de uma ou mais classificadas, quando houver.



Durante avaliação, até a homologação, o Comitê Técnico-Científico do **Projeto Brumadinho-UFMG** poderá requisitar modificações nas propostas submetidas de forma a melhor se adequar aos objetivos do edital.

7.3 CRITÉRIOS PARA JULGAMENTO

Os critérios de julgamento das propostas apresentadas são:

- a) Consistência, mérito, viabilidade do conteúdo e adequação da metodologia da proposta;
- b) Competência e experiência prévia dos Coordenadores na área do Subprojeto proposto;
- c) Qualificação da equipe para execução do Subprojeto;
- d) Plano(s) de trabalho(s) de cada membro da equipe e sua adequação à proposta;
- e) Viabilidade de execução do Subprojeto;
- f) Adequação dos aparelhos, equipamentos e espaço físico, previstos e orçados para o funcionamento e operacionalização efetiva do Subprojeto;
- g) Adequação do cronograma físico-financeiro e do orçamento proposto;
- h) Adequação e coerência entre objetivos, metodologia e procedimentos, orçamento, equipagem e cronograma de execução;

O resultado será divulgado pelo endereço eletrônico projeto-brumadinhoufm@ufmg.br, e por e-mail diretamente ao Coordenador dos projetos indicados ao juízo para contratação e publicado no site <https://projeto-brumadinho.ufmg.br>

8 ITENS FINANCIÁVEIS

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

8.1 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 de pesquisa, conforme tabela abaixo;
- g) manutenção de equipamentos;
- h) despesas acessórias de importação;
- i) despesas operacionais.

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

8.3 Os valores máximos das bolsas de pesquisa 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	Técnico Pesquisador/Extensionista Pós- Doutorado Sênior	R\$8.880,09
P4	Técnico Pesquisador/Extensionista Pós- Doutorado Júnior	R\$8.386,75
P5	Professor Pesquisador/Extensionista Mestre ou Técnico Pesquisador/Extensionista Mestre	R\$7.893,42
P6	Professor Pesquisador/Extensionista Graduado ou Técnico Pesquisador/Extensionista 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

* O valor das bolsas deverá estabelecer uma proporcionalidade em relação ao número de horas dedicadas às atividades observando as normas específicas de cada categoria.

** A dedicação máxima de bolsista estudante é de 20h semanais.

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

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

P3 – Técnico Pesquisador/Extensionista Pós-Doutorado Sênior é Doutor diplomado há mais de cinco anos.



P4 – Técnico Pesquisador/Extensionista Pós- Doutorado Júnior é Doutor diplomado há menos de cinco anos.

P5 - Professor Pesquisador/Extensionista Mestre e Técnico Pesquisador/Extensionista Mestre com Mestrado concluído antes do início do período da bolsa.

P6 - Professor Pesquisador/Extensionista Graduado ou Técnico Pesquisador/Extensionista Graduado 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.

9 ATRIBUIÇÃO 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, seguindo os padrões estabelecidos pelo Comitê Técnico-científico do **Projeto Brumadinho-UFMG**.
- g) Responsabilizar-se pelo atendimento das demandas do Comitê Técnico-Científico do **Projeto Brumadinho-UFMG** e do Juízo.
- h) Responsabilizar-se pela submissão e aprovação do Subprojeto na Comissão de Ética em pesquisa da UFMG (COEP-UFMG) quando este envolver pesquisa com seres humanos. Ver também: <https://www.ufmg.br/prpq/comite-de-etica-em-pesquisa/>
- i) Responsabilizar-se pela submissão e aprovação do subprojeto na Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA-UFMG) quando esse envolver o uso de animais. Ver também: <https://www.ufmg.br/prpq/comissao-de-etica-no-uso-de-animais/>



- j) Elaborar documento de divulgação científica dos resultados do Subprojeto em parceria com o Núcleo de Comunicação Social do **Projeto Brumadinho-UFMG**, com aprovação do juízo. O documento deverá ser apresentado em linguagem de texto, imagem ou som (por ex: pitch) adequada a públicos leigos e não especializados.

10 DISPOSIÇÕES GERAIS

Para inscrição da proposta é obrigatória a comprovação de submissão do Subprojeto ao Departamento correspondente, conforme normas internas da UFMG.

Para inscrição da proposta é obrigatória a assinatura do Termo Ético de Confidencialidade (**Anexo II**) por todos os membros da equipe. Em caso de seleção de pessoas após a aprovação do Subprojeto, a implementação de bolsas ou contratação de pessoas só será autorizada mediante a assinatura do Termo Ético e de Confidencialidade.

Para contratação e implantação do Subprojeto são obrigatórias 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 UFMG, subsumir-se-ão às disposições da Resolução 10/95 do Conselho Universitário da UFMG:

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, 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 Comitê Técnico-Científico do **Projeto Brumadinho-UFMG** 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 Comitê Técnico-Científico do **Projeto Brumadinho-UFMG** a respeito de quaisquer aspectos relativos ao andamento do projeto.

O Comitê Técnico-Científico do **Projeto Brumadinho-UFMG** 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 Comitê Técnico-Científico do **Projeto Brumadinho-UFMG** 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.

Devido à situação da pandemia da Covid-19 e às restrições sanitárias impostas, os Subprojetos poderão ter seus cronogramas alterados por determinação do Juízo.

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

Os casos não previstos nesta chamada serão resolvidos pelo Comitê Técnico-Científico do **Projeto Brumadinho-UFMG**.



ANEXO I – MODELO DE 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 XXXXXXXXXXXX.**

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 XXXXXXXXXXXX**, neste ato representado pelo seu **Diretor XXXXXXXXXXXX**, residente e domiciliado nesta capital, e a **Fundação XXXXXXXXXXXX**, inscrita no CNPJ sob o nº **XXXXXXXXXXXXXXXXXX**, 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 “XXXXXXXXXX”, relativo ao “Termo de Cooperação Técnica nº 037/19-00, firmado entre a Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG e o Juízo da 2ª 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 2ª.Vara da Fazenda Pública e Autarquias da Comarca de Belo Horizonte, em que a Contratada figura como interveniente;

VI - restituir ao Juízo da 2ª.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 2ª 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 2ª 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. XXXXXXXXXXXXX** do Subprojeto "**XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX**" que acompanhará os serviços da Contratada e o **Prof. XXXXXXXXXXXXXXXXX** 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 ao valor de 10% do valor global do projeto. Para o cálculo do Valor Global deverá ser aplicada a fórmula: $VG = X * 10 / 9$, onde VG é o Valor Global e X é o valor do projeto acrescido das taxas da resolução 10/95 da UFMG. Assim, a remuneração da Fundep corresponde a $VG / 10$. De acordo com o cálculo especificado 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 2ª 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, DATA.

PROF(A).

DIRETOR DA XXXXX

PROF(A).

PRESIDENTE



TESTEMUNHAS

1. _____

(Fundação)

2. _____

(Coordenador do Subprojeto)



ANEXO II – TERMO DE COMPROMISSO ÉTICO E DE CONFIDENCIALIDADE

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 PUBLICA DO ESTADO DE MINAS GERAIS, DEFENSORIA PUBLICA DA UNIÃO EM MINAS GERAIS e a ADVOCACIA GERAL DA UNIÃO – AGU, contra a VALE S. A. (autos 5000121-74.2019.8.13.0054, 5010709-36.2019.8.13.0024, 5026408-67.2019.8.13.0024, 5044954-73.2019.8.13.0024) que tramitam perante o Juízo da 2ª. da Fazenda Pública da Comarca de Belo Horizonte.

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

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

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



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

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

BELO HORIZONTE, **DATA**.

PROF(A).

NOME DE IDENTIFICAÇÃO DA PESSOA



ANEXO III – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA PRODUÇÃO DE DADOS**1. DADOS PRODUZIDOS PELOS PROJETOS APROVADOS NAS CHAMADAS DO PROJETO BRUMADINHO**

Para viabilizar a Plataforma Brumadinho são previstas etapas de preparação, tratamento e organização de dados que buscam torná-los mais acessíveis tanto em termos de linguagem, quanto por meio de recursos tecnológicos de classificação, indexação e busca. A aquisição de dados para compor o conteúdo considera dois grandes grupos:

1. Documentos componentes dos processos legais, disponíveis em meio digital, contendo texto livre e elementos visuais;
2. Dados em forma bruta ou trabalhada, correspondendo a dados e informação temática coletada especificamente para uso no processo, ou dados de contorno de ampla disponibilidade, como mapas e imagens.

Dados do grupo (1) são considerados não estruturados, pela característica de texto livre. Seu tratamento e indexação são feitos por meio de extração e catalogação de termos (palavras) que fazem parte de seu conteúdo. Esses termos são indexados, usando ferramentas computacionais que permitem recuperar documentos que os contêm a partir de uma indicação de palavras-chave, à semelhança de máquinas de busca usuais na World Wide Web.

Dados do grupo (2) são considerados estruturados. Esses dados assumem a forma de tabelas, imagens ou dados geolocalizados, sendo codificados de acordo com padrões usuais em bancos de dados convencionais ou geográficos. Tais dados são documentados por meio de metadados e organizados de modo a compor uma Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE), a partir da qual é possível descobrir, visualizar e utilizar temas de interesse. Um exemplo de IDE em uso atualmente é a INDE, Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais, gerida pelo IBGE. Na INDE podem ser encontrados dados geográficos básicos do Brasil, para uso genérico e livre, incluindo download, utilizando apenas padrões internacionais e formatos de codificação de dados tecnologicamente neutros.

Dados publicados em IDEs atendem ao preconizado pela Lei de Acesso à Informação, provendo transparência, viabilizando o amplo acesso interativo em meio digital, sem a necessidade de identificação do usuário e para qualquer finalidade.



Os dados publicados por meio da Plataforma Brumadinho atenderão aos requisitos de transparência e acessibilidade para dados abertos governamentais, princípios esses que orientaram a elaboração da Lei de Acesso à Informação (Lei 12.527, de 16 de maio de 2012). Pretende-se que os dados técnico-científicos produzidos no âmbito do Projeto Brumadinho e disseminados por meio da Plataforma atendam aos princípios internacionais crescentemente conhecidos como Open Science:

- Open Access (artigos científicos de acesso aberto),
- Open Data (abertura de dados, especificações, modelos e documentação de experimentos)
- Open Computational Processes (abertura do código-fonte de software utilizado no trabalho científico)

2. RESULTADOS PRODUZIDOS PELOS PROJETOS APROVADOS NAS CHAMADAS DO PROJETO BRUMADINHO

Os dados serão, em princípio, disseminados por meio da Plataforma Brumadinho. Os responsáveis pelos projetos aprovados devem produzir material de acordo com as seguintes orientações:

2.1 Documentos de texto

a) Os documentos de texto (relatórios, pareceres, análises, etc.) devem ser encaminhados em formato PDF, na formatação desejada, incluindo todas as figuras e tabelas necessárias para a leitura. O arquivo PDF deve permitir a extração do conteúdo textual visando indexação – o que equivale a dizer que PDFs produzidos por meio de escaneamento de versões impressas não poderão ser aceitos para inclusão na plataforma, já que não serão indexáveis.

b) Associado a cada documento de texto, um conjunto de dados descritivos (metadados) será solicitado. Esses dados incluem:

- I. Título
- II. Data de produção
- III. Autor(es)
- IV. Identificação da chamada
- V. Resumo
- VII. Descrição simplificada (linguagem não-técnica)
- VIII. Nomes de localidades associadas ao documento
- IX. Palavras-chave



- X. Tema, Categoria, Subcategoria de acordo com a classificação criada para o Projeto Brumadinho.
- c. Os documentos assim criados serão verificados pelo Comitê Técnico-Científico do Projeto Brumadinho, e sendo aprovados serão incorporados à Plataforma para acesso amplo e disseminação.

2.2. Dados estruturados

- a) Dados geográficos vetoriais, ou seja, dados associados a coordenadas/localizações, devem ser encaminhados em meio digital utilizando algum formato utilizado na área, como shapefile ou geopackage. Mapas encaminhados em arquivos PDF não atendem a esse requisito. O sistema de projeção e coordenadas utilizado para gerar os dados deverá seguir o padrão definido pelo CTC, com base nas legislações e normas relacionadas. O *datum* para todos os dados deverá ser o SIRGAS2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas), padrão adotado no Brasil e, as coordenadas deverão ser planas, em projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), para o Fuso 23K (correspondente à articulação que inclui o município de Brumadinho e outros, ao longo da bacia do Rio Paraopeba).
- b) Dados geográficos em formato de imagem, como imagens de satélite ou fotogramétricas, devem ser encaminhadas dotadas de associação com coordenadas, usando formatos como o GeoTIFF e outros. Imagens não georreferenciadas não atendem a esse requisito. O sistema de projeção e coordenadas utilizados também deverão seguir o padrão definido pelo CTC. O *datum* deverá ser o SIRGAS2000, em sistema de coordenadas planas, projeção UTM, para o Fuso 23K.
- c) Os padrões cartográficos acima, definidos pelo CTC, deverão ser utilizados nas campanhas de campo, que tenham sido solicitadas pela Chamada. Para tanto, os equipamentos, fichas de campo e mapas produzidos (em caráter prévio e após o/s campos/s), deverão, obrigatoriamente, seguir as especificações mencionadas.
- d) Imagens que não sejam tomadas verticalmente, como as de sensoriamento remoto, podem ser fornecidas em documentos de texto, incorporadas a arquivos PDF. Isso inclui fotos comuns, gráficos, diagramas e outros.
- e) Dados não-geográficos, tipicamente em formato tabular, devem ser encaminhados em formato CSV, ou seja, texto digital em que as colunas são separadas por um delimitador. Planilhas eletrônicas e tabelas de bancos de dados são facilmente exportadas para esse formato, que é neutro quanto a versões e plataformas e é livre de detalhes de formatação destinados à leitura por humanos.
- f) Associado a cada conjunto de dados estruturados, dados descritivos (metadados) deverão ser fornecidos, de modo a atender as normas nacionais e internacionais para IDE. Esses dados incluem:



- I. Título
 - II. Data de produção
 - III. Autor(es)
 - IV. Identificação da chamada
 - V. Descrição
 - VI. Descrição simplificada (linguagem não-técnica)
 - VII. Extensão geográfica (se for o caso)
 - VIII. Sistema de referência geográfica (se for o caso)
 - IX. Palavras-chave
 - X. Tema, Categoria, Subcategoria de acordo com a classificação criada para o Projeto Brumadinho.
- Caso haja dúvidas ou seja necessária alguma orientação para escolha da forma de produção e encaminhamento dos dados produzidos pelos projetos contemplados nas Chamadas, a equipe da Plataforma Brumadinho poderá ser consultada.



PROPOSTA APRESENTADA





CHAMADA PÚBLICA INTERNA INDUZIDA nº 18 e 21 / 2020

**DETERMINAÇÃO DE METAIS E METALOIDES EM ÁGUA SUPERFICIAL E
SEDIMENTOS DA BACIA DO RIO PARAPEBA**

Coordenadora: Profa. Letícia Malta Costa

Departamento de Química – ICEX - UFMG

Junho – 2020



1. Contextualização e Justificativa

A bacia do Paraopeba, localizada no quadrilátero ferrífero, se estende pela zona da Mata do estado de Minas Gerais, região de grande atividade econômica, destacando-se a extração de minério de ferro [1]. Sua nascente está localizada no município de Cristiano Ottoni e sua foz na represa de Três Marias, no município de Felixlândia, MG. A extensão do rio é de 546,5 km e sua bacia cobre 12.090 km² e 35 municípios [2]. É um dos principais afluentes do rio São Francisco, tendo como um de seus tributários o ribeirão Ferro-Carvão, alvo dos rejeitos do rompimento da barragem B1.

No trecho compreendido entre o ribeirão Ferro Carvão e o rio Paraobepa, os principais usos se relacionavam ao abastecimento público, geração de energia, agropecuária e consumo industrial [1].

Os prejuízos ambientais causados pelo rompimento da barragem B1 foram, e ainda são evidentes, com a destruição de áreas de proteção ambiental, a desconfiguração do leito do ribeirão Ferro-Carvão e o espalhamento de grande quantidade de rejeito no leito do rio Paraopeba.

Na Legislação Brasileira existem dois documentos que tratam dos valores máximos de metais e metaloides permitidos nas águas brutas e também na água potável [3,4]. O Conselho Nacional de Meio Ambiente, por meio da Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005 fixa limites superiores e inferiores para diversos parâmetros, dispõe da classificação das águas doce, salobra e salinas e define as condições de qualidade para o enquadramento dos corpos hídricos no território brasileiro de acordo com os seus principais usos e para o lançamento de efluentes. Além de parâmetros físico-químicos como condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, pH, temperatura, sólidos totais, sólidos dissolvidos totais, sólidos em suspensão totais e turbidez a Resolução também estabelece limites para metais. As águas provenientes de mananciais superficiais tais como rios, lagos, barragens ou lençóis freáticos são consideradas impróprias para o consumo humano, caso não tenham algum tipo de tratamento. Essas águas, denominadas brutas, são transformadas em água potável, tratada e adequada para consumo humano, nas estações de tratamento de água (ETAs). A qualidade da água que abastece a estação de tratamento interfere diretamente



no tipo de tratamento que será adotado pelas ETAs, para que no final a mesma esteja dentro dos padrões de potabilidade para o consumo humano (IGAM, 2017). Por outro lado, a Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, regulamenta procedimentos de controle e vigilância do padrão de potabilidade de água para consumo humano e define os termos água para consumo humano, água potável e padrão de potabilidade.

O Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) iniciou coletas e análises emergenciais diárias de amostras de água e semanais de sedimentos, a partir do dia em que ocorreu o desastre em Brumadinho. Os resultados obtidos encontram-se nos informativos disponibilizados no site do IGAM e indicaram o aumento de concentrações de metais tóxicos como mercúrio e chumbo, imediatamente nos primeiros dias após o desastre. Os informativos posteriores mostraram uma normalização dos valores de concentração encontrados para esses elementos até o início do período de chuvas, quando volta a aumentar a turbidez e a ocorrência de não conformidades de Fe dissolvido, Al dissolvido, Mn total, Cu dissolvido, Pb total pontos da bacia do Paraopeba. Observa-se ainda que, esporadicamente, as concentrações de Ni e Cd também estão acima dos limites estabelecidos pela legislação [1].

Com relação aos valores encontrados em sedimentos, as concentrações de Fe e Mn foram superiores aos valores de referência citados por Costa (2015) [5], e superiores aos valores encontrados no trecho a montante do impacto, sendo, portanto, indicativos da presença do rejeito de mineração de ferro que extravasou da barragem, segundo ao informativo 1 do IGAM. Em alguns pontos de amostragem, os elementos chumbo, mercúrio, níquel e arsênio ultrapassaram o nível 1 (abaixo do qual a probabilidade de efeito adverso à saúde é baixa) da resolução CONAMA 454 em alguns pontos de amostragem e os elementos cobre e cromo ultrapassaram o nível 2 (acima do qual é grande a probabilidade de efeito adverso à saúde). Não há estudos até o momento que mostrem as rotas geoquímicas desses metais e arsênio na área impactada em Brumadinho e em toda bacia do rio Paraopeba.

A captação de água do rio Paraopeba para tratamento e disponibilização para consumo humano foi interrompida a jusante do ponto da confluência do ribeirão Ferro-Carvão com o rio Paraopeba desde o rompimento da barragem.



A contaminação dos corpos d'água que compõem a bacia do rio Paraopeba pelos rejeitos da mineração de ferro foi amplamente noticiada nos veículos de comunicação [6] e, ainda hoje, a população da região é afetada pela insegurança relativa à utilização das águas superficiais ou subterrâneas, para consumo ou recreação.

O único trabalho científico publicado até o momento acerca da qualidade da água do rio Paraopeba após o rompimento da barragem de Brumadinho refere-se a um estudo com ensaios ecotoxicológicos que observou um aumento na mortalidade de embriões de zebrafish nos reservatórios de Retiro Baixo e de Três Marias. Porém, o mesmo estudo conclui que esse resultado não pode ser atribuído exclusivamente à presença de rejeitos oriundos do rompimento da barragem, mas também a outros fatores como presença de esgoto doméstico. Os autores afirmaram que os resultados mostram a necessidade de realização de programas de monitoramento independentes para que seja determinada a extensão dos danos causados pelo rompimento da barragem [7].

Relatos recentes afirmam que a água do rio Paraopeba ainda continua imprópria para consumo, um ano após a tragédia de Brumadinho [8]. O fornecimento de milhões de litros de água pela companhia Vale à população atingida, a abertura de novos poços artesianos e a construção de novos pontos de captação de água para a cidade de Pará de Minas [9] são ações que justificam a relevância de um monitoramento constante e diligente para verificação da qualidade da água superficial e dos níveis de concentração de metais e metaloides nos sedimentos do rio. O Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) concedeu 112 outorgas emergenciais de captação de águas, sendo 83% delas para água subterrânea, visando garantir o abastecimento público, consumo humano e dessedentação animal, na busca de minimização dos danos ambientais [1]. Diante desse cenário de reconstrução, ações de monitoramento da qualidade da água e mitigação devem ser continuamente realizadas, monitorando parâmetros físico-químicos, biológicos e a concentração de metais, metaloides e ânions, de forma a obedecer às legislações em vigor e buscando sempre a prevenção de danos ao ecossistema.

A grande maioria dos metais e metaloides tóxicos ocorrem naturalmente na crosta terrestre em baixas quantidades quando comparadas aos dos elementos



majoritários. A liberação de metais para o ambiente é consequência de processos pedogenéticos, como intemperismo de rochas [10]. Porém, atividades antrópicas, dentre elas a mineração, têm contribuído enormemente para uma maior disponibilização de elementos tóxicos no ambiente, que podem atingir solos e corpos d'água e causar contaminações de águas superficiais e subterrâneas e também se depositarem nos sedimentos.

Os metais estão distribuídos no ambiente aquático entre as espécies solúveis em água, coloides, material em suspensão e sedimentado. As concentrações dos metais em sedimentos e águas de rios podem ser facilmente alteradas por processos de deposição e remobilização. Estima-se que menos de 1% desses poluentes podem estar solúveis na água, sendo que a maior parte está armazenada nos sedimentos. Este compartimento possui alta capacidade de adsorção e retenção de contaminantes, considerado um depósito de espécies poluentes, que pode indicar eventos de poluição que, às vezes, não podem ser verificados pela análise da água [11].

Os metais não são naturalmente degradados e nem fixados permanentemente pelos sedimentos, podendo retornar à coluna d'água. Alterações no meio aquático, tais como temperatura, teor de matéria orgânica, pH e potencial redox, podem influenciar a remobilização dos metais, ressaltando-se que os dois últimos são fatores que exercem influências significativas na disponibilidade dos metais no sedimento [12]. Desta forma, determinar a concentração total de metais neste compartimento, o grau de mobilidade e a disponibilidade dos mesmos, são importantes ferramentas na avaliação da qualidade das águas.

Não somente o teor total do elemento, mas também suas espécies químicas podem contribuir com informações pertinentes à disponibilidade e toxicidade. Conhecer a concentração total de um elemento é muito útil, porém em muitos casos, a determinação das espécies químicas nas quais o elemento está distribuído torna-se desejável. Para estimar o risco envolvido à exposição ao elemento, é preciso considerar a variação na toxicidade, o transporte e a biodisponibilidade, que são dependentes das formas químicas na qual ele está presente. O cromo é um exemplo típico, pois sua espécie Cr^{III} é um micronutriente essencial ao organismo humano, enquanto a espécie Cr^{VI} é



tóxica. As espécies inorgânicas de arsênio (As^{III} e As^V) apresentam toxicidade muito mais elevada ao homem e ao ambiente, do que suas espécies orgânicas, monometilarsênio (MMA) e ácido dimetilarsênico (DMA) [9]. Um estudo envolvendo a metilação e desmetilação de espécies orgânicas de As em solo, mostrou que a toxicidade e a mobilidade foi drasticamente afetada durante este processo [13].

Programas de monitoramento abordam avaliação temporal de concentrações apenas de poluentes que constam em legislação. Os valores da legislação estão, em geral, relacionados a valores de background regionais, ou a determinados testes ecotoxicológicos. Entretanto, sua utilização para avaliação de riscos à saúde e ambientais mostra-se muitas vezes limitada. Por isso, a utilização de parâmetros preconizados pela legislação, em conjunto com outros parâmetros mais específicos, que não sejam previstos, como identificação de outros elementos em concentrações a nível de traços e especiação química, são muito importantes para uma avaliação mais precisa de risco à saúde e ao ambiente.

Contudo, um dos principais desafios da especiação está relacionado à preservação das amostras, evitando-se interconversão de espécies. Destaca-se assim, os cuidados relativos a coleta, transporte, armazenamento e preparo da amostra para determinação de suas espécies por técnicas cromatográficas acopladas às técnicas espectrométricas, como por exemplo, a espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado à cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC-ICP-MS).

Os projetos desenvolvidos na bacia do Paraopeba após o rompimento da barragem B1 da Vale, buscam a avaliação dos impactos ambientais e o estabelecimento donexo causal entre o rompimento e os resultados obtidos a partir de amostras de água e sedimento é de grande importância. Neste contexto, a determinação de constituintes em nível traço, como os elementos terras raras (ETR) é relevante. Do ponto de vista geológico, os ETR's estão relacionados aos processos geoquímicos nos quais as rochas são formadas, produzindo assinaturas tanto no material de origem quanto nos solos e sedimentos formados a partir deste [11]. Assim, a determinação de ETR's e suas assinaturas nos sedimentos poderá auxiliar na obtenção de um perfil característico da região,



contribuindo no futuro, para um nexo causal com o desastre de Brumadinho, uma vez que poderá ser possível avaliar também as assinaturas de ETR nos rejeitos. Ou seja, conhecendo-se a composição dos ETR no rejeito é possível monitorar a extensão que ele percorreu ao longo da bacia do rio Paraopeba, a extensão da pluma do rejeito. Um estudo recente realizado após o desastre de Bento Rodrigues, distrito de Mariana, pertencente ao quadrilátero ferrífero, apontou a presença de ETR nas amostras de água e sedimento

Desta forma, conforme apresentado no edital da Chamada 18 e 21, o objetivo da proposta é a determinação de metais e metaloides em amostras de água superficial e sedimento da Bacia do Rio Paraopeba. Adicionalmente, diante do interesse de explorar o poder multielementar das técnicas disponíveis no CRA e fornecer dados para suportar investigações futuras relativas ao perfil isotópico da região, propõem-se a determinação de elementos terra rara. Ainda, no surgimento de elevadas concentrações de As total nas amostras de sedimento, propõem-se estudos de especiação, buscando-se avaliar possíveis efeitos tóxicos da matriz. Finalizando, propõem-se também a avaliação da presença de ânions nas amostras de água por cromatografia de íons (CI) com detecção por condutividade. Este estudo complementar e será relevante para o estabelecimento do perfil de monitoramento das amostras de água superficial da região. A proponente acredita que a ampliação dos objetivos da proposta pode resultar em subsídios para investigações futuras, sem contudo, comprometer o objetivo específico da presente chamada.

Apesar dos órgãos ambientais estarem apresentando resultados de monitoramento de metais nas águas e sedimentos do rio Paraopeba, a realização de estudos independentes, com propostas de uso ou implementação de parâmetros além dos preconizados nas normas, é fundamental para que se tenha uma comparação de resultados que permita uma avaliação ambiental mais ampla e consistente.



2. Objetivo

Avaliar da presença e distribuição de contaminantes inorgânicos em águas superficiais e sedimentos da Bacia do Rio Paraopeba.

2.1. Objetivos específicos

- a) Determinar contaminantes inorgânicos previstos nas Normas CONAMA 357 e 454 em amostras de água superficial e sedimentos, respectivamente, encaminhadas para análise pelo CTC-UFMG;
- b) Após a entrega dos resultados dos relatórios parciais com os resultados obtidos e recebimento do georreferenciamento das amostras do CTC-UFMG, comparar os resultados obtidos com os valores-guia de qualidade das Normas CONAMA 357 e 454. Utilizar gráficos e métodos estatísticos para interpretação dos dados obtidos, em conjunto com os resultados provenientes de outros subprojetos no âmbito do **Projeto Brumadinho-UFMG**, se houver;
- c) Avaliar os resultados obtidos com relação a trabalhos desenvolvidos pelas partes envolvidas nas ações judiciais (autos 5000121-74.2019.8.13.0054, 5010709-36.2019.8.13.0024, 5026408-67.2019.8.13.0024, 5044954-73.2019.8.13.0024), que tramitam perante o Juízo da 2ª Vara da Fazenda Pública da Comarca de Belo Horizonte, além de outros trabalhos de monitoramento ambiental e estudos científicos disponíveis;
- d) Avaliar os resultados obtidos, sempre que pertinente, de acordo com a Portaria de Consolidação nº 05/2017 do Ministério da Saúde;
- e) Realizar o preparo das amostras de água superficial segundo os métodos descritos no *Standart Methods the Examination of Water and Waste Water* (SMWW), sugeridos no edital da presente chamada;
- f) Realizar o preparo das amostras de sedimentos segundo os métodos da *Environmental Protection Agency* (EPA) 3050B, 3051A ou 3052 e as



determinações dos elementos segundo SMWW 3120B, 3125B ou EPA 6010D, 6020B e 200.8;

g) Realizar testes de proficiências junto às Redes Metrológicas do país para certificação da qualidade dos ensaios realizados no CRA;

h) Desenvolver os métodos em conformidade com parâmetros de gestão de qualidade estabelecidos pelo Centro de Referência Ambiental (CRA);

i) Validar os métodos, quando necessário;

j) Verificar se nas amostras de água superficial da Bacia do Rio Paraopeba são encontrados elementos terra rara e quantificá-los por ICP OES ou ICP-MS;

k) Realizar a especiação de As nas amostras de sedimento, quando os valores excederem os limites da norma;

l) Quantificar as espécies aniônicas presentes das amostras de água superficial por cromatografia de íons.

m) Realizar o tratamento dos dados aplicando-se ferramentas quimiométricas de agrupamento de dados, PCA e HCA, para evidenciar similaridades entre as amostras, parâmetros de agrupamento e correlações entre parâmetros medidos;

3. Metodologia

Em acordo com a resolução CONAMA nº 396/2008, os teores totais dos metais e metaloides que serão determinados são: Ag, Al, As, B, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Li, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Se, U, V e Zn. Os valores máximos permitidos (VMP) e os limites de quantificação praticáveis (LQP) encontram-se na referida norma e serão praticados nos trabalhos experimentais e na expressão de aceitabilidade dos resultados [3].



A norma CONAMA nº 454/2012 estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado (sedimento) em águas sob jurisdição nacional e apresenta valores recomendáveis para os elementos As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb e Zn. A norma destaca em seu artigo 10, parágrafo I que *“Após a caracterização química do material a ser dragado, proceder-se-á sua classificação química, para fins de avaliar as condições de sua disposição, observando os seguintes critérios: para avaliação das alternativas de disposição em solo, os resultados da caracterização química devem ser comparados com os valores orientadores nacionais estabelecidos para solos pela Resolução CONAMA nº 420/2009 ou norma estadual vigente”* [17].

Considerando o exposto acima, a comparação dos resultados deve ser realizada com os valores nacionais estabelecidos para solos pela Resolução CONAMA nº 420/2009 [18], que dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas ou norma estadual vigente. Para disposição em águas sob jurisdição nacional, os resultados serão comparados com os níveis de classificação do material a ser dragado, previstos na Tabela III da norma CONAMA 454/2012 [17]. Destaca-se neste ponto, que a Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde [19], no ANEXO 7 DO ANEXO XX, apresenta a TABELA DE PADRÃO DE POTABILIDADE PARA SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS QUE REPRESENTAM RISCO À SAÚDE, com VMP para metais, metaloides e ânions, que serão considerados na discussão dos resultados obtidos neste projeto.

As amostras a serem analisadas neste projeto serão selecionadas pelo CTC-UFMG e enviadas à coordenadora deste sub-projeto.

3.1. Parte Experimental

3.1.1. Preparo das amostras de água superficial



Para o preparo e determinação dos metais e metaloides nas amostras de água superficial foi sugerido pelo CRA, a utilização dos métodos SMWW 3030E, 3030F, 3030I ou 3030K, 3120B, 3125B ou EPA 200.8. Conforme consta em edital, serão recebidas 44 amostras de água superficial coletadas mensalmente, durante 11 meses.

Os procedimentos de preparo de amostras utilizam ácido nítrico concentrado e sub-destilado, empregando-se blocos digestores ou forno de micro-ondas com cavidade. Diante das possibilidades apresentadas, será priorizado o preparo das amostras em fornos de micro-ondas, pois o emprego de ácido é reduzido, gerando um digerido com menor acidez residual e mais adequado para introdução em sistemas pneumáticos de introdução de amostras, como os empregados nos plasmas acoplados indutivamente (ICP-MS e ICP OES).

As quantificações dos analitos apresentados nas normas serão realizadas por espectrometria de emissão óptica com plasma acoplado indutivamente (ICP OES) ou por espectrometria de massa com plasma acoplado indutivamente (ICP-MS). Ambas as técnicas promovem a determinação multielementar e a escolha de uma ou outra se fará em função do nível de concentração dos elementos na matriz.

Além disso, para a determinação dos ânions presentes na matriz, será empregada a cromatografia de íons (CI) com detecção por condutividade. Os resultados fornecidos pela técnica serão de grande importância para dados de potabilidade.

Espera-se ainda poder correlacionar os dados gerados neste projeto com os dados de campo, obtidos durante a coleta das amostras, a saber: pH, condutividade elétrica, OD e turbidez. A união de todos os dados será relevante na construção dos parâmetros de potabilidade e qualidade da água superficial da bacia do rio Paraopeba.

3.1.2. Preparo das amostras de sedimento

Para o preparo e determinação dos metais e metaloides nas amostras de sedimentos foi sugerido pelo CRA, a utilização dos métodos EPA 3050B, 3051A ou 3052 e SMWW 3120B, 3125B ou EPA 6010D, 6020B ou 200.8. No caso de sedimentos, serão recebidas 44 amostras coletadas em um período do ano e



outras 44 coletadas em outro período, dentro de um período de 11 meses, totalizando 88 amostras.

Os procedimentos de preparo das amostras de sedimento descritos nos métodos EPA empregam digestões assistidas por radiação micro-ondas, considerado o estado da arte no preparo de amostras. O emprego de ácido nítrico concentrado e sub destilado será constante. Porém, avaliações quanto ao uso de ácido clorídrico serão realizadas, principalmente nos digeridos destinados a quantificações no ICP-MS, devido a efeitos de interferências.

O desempenho de qualidade do laboratório será avaliado, segundo sugerido nos métodos normatizados, pela análise do branco laboratorial, da fortificação do branco, por testes de adição e recuperação e pela utilização de materiais de referência certificado (solicitado no projeto).

A verificação dos outros parâmetros de mérito como, limite de detecção instrumental, limite de detecção e de quantificação, faixa linear dinâmica, dentre outros, serão realizadas de acordo com normas do INMETRO e Souza e Junqueira [20]. Além disso, cabe ressaltar que os laboratórios do CRA estão sendo adequados para acreditação segundo diretrizes de qualidade da Norma Brasileira ISO 17025.

3.1.3. Tratamento dos dados

Os resultados obtidos das análises das amostras de água superficial e sedimento serão avaliados por meio de ferramentas quimiométricas exploratória, como PCA e HCA para obter informações sobre similaridade entre amostras e correlação entre variáveis.

A PCA está fundamentada no conceito de correlação entre as variáveis. Havendo correlações significativas entre as variáveis é possível encontrar novas variáveis em quantidade menor que a inicial e que descrevem aproximadamente toda a informação contida nos dados originais. Essas novas variáveis, chamadas de componentes principais, são definidas como combinações lineares das variáveis originais e são ortogonais entre si. Nas componentes principais as relações entre as amostras não são alteradas e são construídas em ordem



decrecente da quantidade de variância que descrevem. Os resultados são mostrados por meio dos gráficos de escores, que expressam as relações entre as amostras e gráfico de loadings (peso) que indicam as relações entre as variáveis, permitindo a identificação de similaridades entre as amostras e sua caracterização.

A HCA tem o objetivo de agrupar amostras, caracterizadas pelos valores de um conjunto de variáveis, em grupos. As medidas de similaridade entre as amostras são calculadas com base na distância entre as amostras. Quanto menor a distância entre as amostras no espaço n-dimensional, maior a similaridade.

Os dados serão organizados em forma de matriz e o autoescalamiento será aplicado aos dados com o objetivo de dar o mesmo peso a todas as variáveis. O pré-processamento de autoescalamiento é aplicado quando as variáveis apresentam diferentes naturezas e/ou distribuições.

As análises dos gráficos obtidos (escores, pesos e dendogramas) permitirão estimar a influência de cada variável em cada amostra, assim como avaliar e correlacionar os pontos de amostragem em que as variáveis foram medidas. O tratamento de dados será feito empregando o software Matlab e o pacote PLS toolbox.

4. Metas a serem alcançadas

- a. O perfil de distribuição de elementos traço e potencialmente tóxicos nas águas superficiais da bacia do Rio Paraopeba, para os teores totais e dissolvidos.
- b. O perfil de distribuição de elementos traço, potencialmente tóxicos e elementos terra rara nas amostras de sedimento da bacia do Rio Paraopeba.
- c. A composição dos principais íons presentes nas amostras de água superficial da bacia do Rio Paraopeba.
- d. O estabelecimento do perfil de potabilidade nas águas superficiais da bacia do rio Paraopeba, com relação aos metais e metaloides em acordo



com a resolução CONAMA nº 396, CONAMA nº 454, CONAMA nº 420 e Portaria de Consolidação nº5 do Ministério da Saúde.

- e. Emissão de relatórios parciais, um exclusivo para prestação de conta dos itens financiáveis e relatórios mensais com os resultados das amostras de água superficial, incluindo quando cabível, correlações estatísticas.
- f. Emissão de relatório final com o mapa da distribuição dos metais e metaloides na bacia do Rio Paraopeba e avaliação estatística multivariada, com informações de correlações estatísticas entre as variáveis estudadas. Este relatório será gerado após recebimento pelo CTC-UFMG, do plano amostral contendo dados e comparações com resultados provenientes de outros trabalhos.

5. Cronograma de execução

Conforme CHAMADA PÚBLICA INTERNA INDUZIDA 18 e 21 de 2020, o cronograma de execução da proposta tem vigência de 13 meses. Define-se assim, o cronograma de execução apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Cronograma de execução, bimestral, para determinação de amostras de água superficial e sedimentos na bacia do rio Paraopeba

Atividades/bimestre	1	2	3	4	5	6	7
Preparo das amostras para determinação de elementos totais em águas		X	X	X	X	X	
Preparo das amostras para determinação de elementos totais em sedimento		X		X			
Determinação dos teores dos metais dissolvidos em água por ICP-MS		X	X	X	X	X	
Determinação dos teores dos elementos nas amostras por ICP OES ou ICP-MS		X	X	X	X	X	
Determinação dos ânions por cromatografia de íons (CI)		X	X	X	X	X	
Especiação de As em amostras de água			X	X	X		
Verificação dos parâmetros de qualidade do método		X	X	X	X	X	



Participação em ensaios de proficiência			X			X	
Avaliação dos parâmetros de mérito do método (Validação)		X		X		X	
Tratamento dos dados aplicando-se ferramentas quimiométricas de PCA e HCA		X	X	X	X	X	X
Elaboração do mapa amostral com o perfil de distribuição dos metais e metaloides				X		X	X
Elaboração de relatórios	X	X	X	X	X	X	X
Preparação de conteúdos sobre o projeto para publicação no site da Plataforma Brumadinho			X		X		X

Tabela 2. Programação e cronograma de despesas, aquisição de equipamentos e serviços de terceiros junto à FUNDEP

Atividades/bimestre	1	2	3	4	5	6	7
Compra de material permanente	X						
Compra de material de consumo	X		X		X		
Compra de testes de proficiência			X		X		
Compra de software (PLS toolbox)	X						
Compra de qualificação do equipamento (ICP OES)	X						

Observação: as despesas relativas a cada um dos itens se encontram abaixo, nas Tabelas 4, 5 e 6.

6. Equipe

A vigência do projeto é de 13 meses e a equipe foi dimensionada para o prazo e as atividades planejadas. Como o edital solicita a indicação de um responsável para (a) produzir informações/conteúdos sobre o projeto que serão publicadas no site da Plataforma Brumadinho, (b) receber demandas externas e (c) organizar atividades relativas à pesquisa de campo, segue indicação no campo atividade da Tabela 3.



Tabela 3. Equipe de trabalho do projeto e atividades

Integrante	Nível	Atividade	CHS
Leticia Malta Costa http://lattes.cnpq.br/0792100169566141	Coordenadora	Coordenar compras junto à FUNDEP, contratar serviços de terceiros, responsável pelo recebimento de amostras, coordenar e treinar a equipe, receber demandas externas, organizar atividades de campo, elaborar os relatórios	7
Luiza de Marilac Pereira Dolabella http://lattes.cnpq.br/6224360356826755	Pesquisadora	Produção de informações/conteúdos sobre o projeto que serão publicadas no site da Plataforma Brumadinho, laboração de relatórios principalmente na organização dos dados de água	4
Bruno Botelho http://lattes.cnpq.br/3745598808342707	Pesquisador	Responsável pelo tratamento de dados quimiométricos, construção do mapa com os pontos amostrais, elaboração de relatórios, produzir informações/conteúdos sobre o projeto que serão publicadas no site da Plataforma Brumadinho	6
Jeremie Garnier http://lattes.cnpq.br/0966331351690402	Pesquisador	Elaboração de relatórios principalmente com contribuições nas interpretações dos dados geoquímicos e hidrogeológicos, produzir informações/conteúdos sobre o projeto que serão publicadas no site da Plataforma Brumadinho	2
Jefferson Rodrigues de Souza (pós doutorado júnior) http://lattes.cnpq.br/2386398242050923	Pesquisador	Auxiliar a coordenação da equipe de discentes, supervisionar o	35



		preparo das amostras e realizar as análises	
Aluno de doutorado (a definir)	Bolsista	Atuar na equipe de preparo das amostras e análise das amostras, especialmente as destinadas ao ICP-MS	15
Aluno de mestrado (a definir)	Bolsista	Atuar na equipe de preparo das amostras e análise, especialmente de ICP OES e cromatografia de íons	20
Aluno de IC (a definir)	Bolsistas estudante de graduação	Auxílio no preparo das amostras e organização laboratorial	20

Orçamentos

Tabela 3. Despesas com recursos humanos

Equipe	CHS	Meses	Valor Mensal (R\$)	Valor total (R\$)
Profa. Letícia Costa (Professor Pesquisador)	7	13	8.201,75	106.622,8
Profa. Bruno Botelho (Professor Pesquisador)	6	13	7.030,07	91.390,91
Profa. Luiza (Professor Pesquisador)	4	13	4.686,72	60.927,36
Prof. Jeremie Garnier (Professor Pesquisador)	2	12	2.343,36	28.120,32
Pesquisador (Pós doutorando)	35	13	7.338,75	95.399,33
Bolsista Estudante de Doutorado	15	12	4.736,06	56.832,72
Bolsista Estudante de Mestrado	20	12	4.420,32	53.043,84
Bolsista Estudante de Graduação 1	20	12	1.458,71	17.504,52
Total				509.841,63



Tabela 4. Materiais de consumo solicitados para desenvolvimento experimental do projeto

Item	Quantidade	Valor unitário	Valor total	Descrição
Liners para frascos de digestão do forno de MW CEM	100	2.500,00	2.500,00	Frasco interno aos frascos reacionais. A utilização aumenta frequência analítica
Kit de consumíveis para determinação de ânions por Cl	1	15.168,00	15.168,00	Kit contendo coluna, contra-coluna e solução de referência
Frascos de centrífuga Corning de 15 mL (caixa)	1	2.800,00	2.800,00	Preparo de solução e acondicionamento das amostras para leitura
Frascos de centrífuga Corning de 50 mL (caixa)	1	3.810,00	3.810,00	Preparo de solução e acondicionamento das amostras para leitura
Balões volumétricos calibrados de 10 e 25 mL	10 de cada volume	100,00	2.000,00	Vidraria calibrada para preparação de curvas analíticas
Soluções mono e multielementar de calibração: Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ce, Cd, Co, Cr, Cu, Ce, Dy, Eu, Er, Fe, Ga, Gd, Hf, Hg, Ir, K, La, Li, Lu, Mg, Mn, Mo, Na, Nd, Ni, Nb, P, Pb, Pd, Pt, Rh, Re, Rb, Sc, Si, Sn, Sr, Se, Sb, Sm, Tl, Ti, Tb, Te, U, V, Zn, Y, Yb.	1 de cada	Preços variando entre R\$222,00 e R\$ 1108,00	28.383,00	Construção de curvas analíticas para calibração
Gases para FAAS e ICP-MS (acetileno, óxido nitroso, argônio e hélio)	Argônio (48)	600,00	28.800,00	Gases para adequado funcionamento do ICP OES e do ICP-MS
HNO ₃ (ácido nítrico)	18 L	108,00	1.944,00	Para digestão das amostras e preparo de soluções
HCl (ácido clorídrico) Embalagem 2,5 L	10 L	359,00	1.436,00	Para digestão das amostras e preparo de soluções
EPI's diversos (luvas, óculos e jalecos)			1.500,00	Proteção para os componentes da equipe
Detergente alcalino extran	2	116,00	232,00	Lavagem vidraria
Ponteiras para micropipetas (pacote)	5	120,00	600,00	Tomada de alíquota de soluções e amostras
Nebulizador V-Groove, ICP OES	1	10.150,00	10.150,00	Nebulizador para altos teores de sólidos dissolvidos e suspensão
Câmara inerte ICP OES	1	20.275,01	20.275,00	Câmara para altos teores de sólidos dissolvidos e suspensão
Tocha desmontável com tubo interno de alumina ICP OES	1	8.935,54	8.935,54	Ideal para digeridos contendo HF
Vidrarias comuns de laboratório			1.500,00	Béqueres, erlenmeyers, vidro de relógio, termômetros, etc



Microtubos de centrífuga (pacote)	6	100,00	600,00	Para encaixe no amostrador automático
Material de referência certificado sedimento estuarino NIST SRM 1646A	1	8.722,00	8.722,00	Material para verificação de exatidão
Material de referência certificado de água natural NIST SEM 1640A	1	7.265,00	7.265,00	Material para verificação de exatidão
Peneiras de 2mm	2	200,00	400,00	Peneira para amostras de sedimento
Frascos de 20L para descarte de resíduo	20	50,00	1.000,00	Acondicionamento correto para descarte
Material de escritório (folhas e toner)			1500,00	Elaboração de relatórios (toner para impressora, papel, etc)
Jogo de soluções para pHgâmetro	1	140,00	140,00	Calibração do phgâmetro
		TOTAL	149.660,54	

Tabela 4.1 Materiais de consumo solicitados para desenvolvimento experimental da especiação de As em sedimento

Item	Quantidade	Valor unitário	Valor total	Descrição
Sais diversos para especiação de As	1 de cada	Preços entre R\$ 629,00 e 3.553,00	8.983,00	Sais de elevada pureza contendo as espécies que serão empregados na especiação de As
Metanol (grau HPLC)	3 L	307,00	921,00	
Coluna SB-C18 4,6 X 50MM, 1,8µM	1	4.095,62	4.095,62	Ideal para especiação de As
Material de referência certificado rice flour NIST SRM 1568B	1	6.102,00	6.102,00	Material certificado para espécies de As
		TOTAL	20.101,62	

Tabela 5. Materiais permanentes solicitados para desenvolvimento experimental do projeto

Item	Quantidade	Valor unitário	Valor total	Descrição
Micropipetas de volumes variados	4	900	3.600,00	Preparo de soluções
pH de bancada	1		2.300,00	
		TOTAL	5.900,00	



Tabela 6. Despesas com serviços de terceiros e aquisição de software

Descrição	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Teste de proficiência	2	5.204,00	5.204,00
Qualificação de equipamento	1	9.096,00	8.096,00
Licença PLS toolbox	1	5.000,00	5.000,00
Total			18.300,00

Tabela 7. Orçamento consolidado do projeto considerando as taxas administrativas da UFMG, ICEx, Departamento de Química e FUNDEP.

Descrição	Valor (R\$)
Material de consumo	149.660,54
Material permanente	5.900,00
Despesas com serviços de terceiro	18.300,00
Bolsas/recursos humanos	509.841,63
Sub-total	683.702,17
Taxa UFMG (2%)	13.674,04
Taxa Unidade – ICEx (2%)	13.674,04
Taxa Departamento de Química (10%)	68.370,22
Total	779.420,47

Tabela 7.1. Orçamento consolidado do projeto considerando as taxas administrativas da UFMG, ICEx, Departamento de Química e FUNDEP, considerando a especificação de As

Descrição	Valor (R\$)
Material de consumo	149.660,54
Material permanente	5.900,00
Despesas com serviços de terceiro	18.300,00
Bolsas/recursos humanos	509.841,63
Consumíveis para especificação de As	20.101,62
Sub-total	703.803,79
Taxa UFMG (2%)	14.074,08



Taxa Unidade – ICEX (2%)	14.074,08
Taxa Departamento de Química (10%)	70.380,38
Total	802.336,33

Referências

1. Caderno_1_ano_Igam_desastre_Brumadinho, disponível em http://www.meioambiente.mg.gov.br/images/stories/2020/ACOES_RECUPERA_CAO_PARAOPEBA/Caderno_1_ano_Igam_desastre_Brumadinho.pdf, acessado em 16/06/2020.
2. <http://www.minasgerais.com.br/pt/atracoes/pequi/rio-paraopeba>, acessada em 16/06/2020.
3. RESOLUÇÃO Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005, Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63.
4. PORTARIA Nº 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011, Ministério da Saúde, Gabinete do Ministro.
5. COSTA, Raphael de V. Ferreira da. Mapeamento geoquímico e estabelecimento de valores de referência (background) de sedimentos fluviais do Quadrilátero Ferrífero. 2015. 185 f. Tese Doutorado em Evolução Crustal e Recursos Naturais) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2015.
6. https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2019/01/25/interna_gerais,1024536/bacia-do-paraopeba-perto-de-barragem-de-brumadinho-cobre-48-cidades.shtml, acessada em 15/06/2020.
7. Thompson, F., Oliveira, B.C., Cordeiro, et al., Sci. Total Environ. 705 (2020), 135914.
8. <https://g1.globo.com/mg/centro-oeste/noticia/2020/01/25/agua-do-rio-paraopeba-continua-impropria-para-consumo-um-ano-apos-tragedia-em-brumadinho-afirma-biologo.ghtml>, acessada em 16/06/2020.
9. Balanço da reparação_Vale, dezembro de 2019, disponível em http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/servicos-para-comunidade/minasgerais/atualizacoes_brumadinho/SiteAssets/reparacao/docs/Balanco_Reparacao_Vale_dezembro_2019.pdf, acessado em 16/06/2020.
10. Alloway, B, J. Heavy metals in soils. New York: John Wiley e Sons, 339 p.



11. Filgueiras, A. V.; Lavilla, I.; Bendicho, C., *Sci. Total Environ.*, 2004, 330, 115 - 129.
12. A. Ramesh Kumar, P. Riyazuddin, *Trends in Analytical Chemistry*, Vol. 29, No. 10, 2010
13. Jen-How Huang & Frank Scherr & Egbert Matzner, *Water Air Soil Pollut* (2007) 182:31–41
14. Aline K. Guimarães-Silva,^{a,c} Jorge C. de Lena,^a Roberta E. S. Froes,^b Letícia M. Costac and Clésia C. Nascentes, *JBCS*, vol23(4), 2012, 753-762.
15. Segura, F.R. et al., *Environ. Poll.*, 218, 2016, 813-825.
16. Hatje, V., Pedreira, R.M.A., Rezende, C.E., Schettini, C.A., Souza, G.C., Marin, D.C., Hackspacher, P.C, *SCIENTIFIC REPORTS* | 7: 10706 | DOI:10.1038/s41598-017-11143-x
17. RESOLUÇÃO CONAMA Nº 454, DE 1º DE NOVEMBRO DE 2012, Publicação DOU, de 08/11/2012, Seção 1, pág. 66.
18. RESOLUÇÃO Nº 420, DE 28 DE DEZEMBRO DE 2009, Publicado no DOU nº 249, de 30/12/2009, págs. 81-84.
19. PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO Nº 5, DE 28 DE SETEMBRO DE 2017, Ministério da Saúde, Gabinete do Ministro.
20. Souza, S.V.C., Junqueira, R.G., *Anal. Chim. Acta* (2005) 552, 25





UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

PROJETO BRUMADINHO-UFMG

**CHAMADA PÚBLICA INTERNA INDUZIDA Nº 18/2020 e 21/2020:
DETERMINAÇÃO DE METAIS E METALÓIDES EM ÁGUA SUPERFICIAL E
SEDIMENTOS DA BACIA DO RIO PARAPEBA**

PLANO DE TRABALHO DOS BOLSISTAS

**Determinação de contaminantes inorgânicos em águas superficiais e
sedimentos da Bacia do Rio Paraopeba**

Coordenadora: Leticia Costa Malta (DQ-ICEX)

Junho, 2020



CONTEXTUALIZAÇÃO

Inicialmente, os bolsistas exercerão as seguintes atividades em comum: (1) recebimento das amostras; (2) limpeza de frascos; (3) lavagem de materiais; (4) preparo de soluções; (5) calibração de equipamentos; (6) etiquetagem de frascos; (7) auxílio no preparo das amostras; (8) treinamentos dos equipamentos a serem utilizados nas análises (digestor por micro-ondas, bloco digestor, espectrômetro de massa com plasma acoplado indutivamente (ICP-MS), espectrômetro de emissão óptico com plasma indutivamente acoplado (ICP-OES), analisador elementar, Cromatografia de íons, TXRF e DMA; (8) auxílio na implantação e validação de métodos para a determinação dos componentes inorgânicos nas amostras de água e sedimentos utilizando as técnicas descritas anteriormente; e (10) determinar os contaminantes inorgânicos previstos nas Normas CONAMA 357 e 454 nas amostras de sedimentos e água encaminhadas pelo CTC-UFMG.

Em relação ao plano de acompanhamento e orientação, os bolsistas serão acompanhados e orientados pelos respectivos orientadores visando o cumprimento das atividades previstas no âmbito do projeto. Espera-se que o trabalho desenvolvido auxilie na produção do relatório final do projeto, que terá impacto junto à comunidade ribeirinha da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba. Espera-se, que após autorização de divulgação dos dados pelo Ministério Público e pelo CTC-UFMG, os resultados possam gerar material suficiente para participação dos alunos em congressos nacionais e internacionais, bem como publicações de artigos em revistas científicas indexadas.



O processo de avaliação dos bolsistas se dará por um acompanhamento constante, com cobranças relacionadas à assiduidade e participação nas atividades diárias do laboratório. Ao final do período de vigência do projeto, os alunos receberão uma avaliação por escrito, tendo como base os critérios acima discriminados. Finalmente, as atividades específicas de cada bolsista, bem como os respectivos cronogramas de execução, serão detalhadas nas páginas seguintes deste documento.

Nome: Jefferson Rodrigues de Souza

Nível da Bolsa: P4

Carga Horária Semanal: 35 horas

1. Introdução

O bolsista participará de todas as etapas do processo analítico de determinação dos compostos inorgânicos da Resolução CONAMA 357 e 454 previsto neste projeto, com uma jornada de 35 (trinta e cinco) horas semanais de atividades. O bolsista terá como principal atribuição auxiliar na coordenação da equipe de discentes, supervisionar o preparo e a análise das amostras, assim como participar da elaboração de relatórios de validação e de resultados.

2. Objetivos

- Supervisionar a equipe de discentes, juntamente com os professores pesquisadores
- Elaborar planejamentos experimentais para otimizar as condições de preparo de amostras
- Elaborar planejamentos experimentais e participar da otimização das condições instrumentais de análise



- Criar planilha de validação para os métodos para a determinação quantitativa dos compostos contemplados na Resolução CONAMA 357 e 454 segundo os parâmetros do guia de validação do INMETRO;
- Fazer tratamentos estatísticos e cálculos para propagação de incertezas para os analitos
- Elaborar relatórios parciais com os resultados obtidos.

3. Metodologia Resumida

O bolsista irá atuar junto a equipe de professores pesquisadores, no sentido de coordenar as atividades de rotina do laboratório. Como ficará responsável em acompanhar as análises de forma rotineira, o mesmo deverá ser treinado em todas as técnicas que serão utilizadas neste projeto, assim como participar da elaboração de protocolos de otimização e validação dos métodos analíticos a serem aplicados. Após a obtenção dos resultados, o bolsista também participará da interpretação destes resultados, através da utilização das ferramentas estatísticas pertinentes e na escrita dos relatórios.

4. Cronograma de atividades

O bolsista realizará as atividades presenciais de acordo com o cronograma abaixo. Todas essas etapas serão supervisionadas pelos professores pesquisadores.



Atividade	Mês												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Instalação dos equipamentos e treinamento	x	x											
Elaboração e aplicação de cartas de controle	x	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Planejamento e otimização das condições de preparo das amostras		x	X	x									
Planejamento e otimização das condições de análise			X	x	x								
Validação dos métodos segundo os parâmetros do guia de validação do INMETRO						x	x						
Acompanhamento dos experimentos		x	X	x	x	x	x	x	x	x	x		
Tratamentos estatísticos dos dados									x	x	x	x	x
Elaboração de relatórios parciais											x	x	x

Nome: A definir

Nível da Bolsa: D1

Carga Horária Semanal: 15

1. Introdução

O bolsista participará de todas as etapas do processo analítico de determinação dos compostos inorgânicos que serão analisados por ICP-MS. O bolsista será envolvido nas etapas de treinamento deste equipamento, planejamento e otimização das condições de preparo de amostra, condições instrumentais de análise, validação dos métodos, análise das amostras, tratamento estatístico e elaboração dos relatórios de resultados relativos aos analitos que foram determinados utilizando este equipamento.



2. Objetivos

- Atuar no preparo de soluções e de amostras
- Conduzir planejamentos experimentais para otimizar as condições de preparo de amostras e de análise utilizando o ICP-MS
- Criar planilha de validação para os métodos para a determinação quantitativa dos compostos analisados segundo os parâmetros do guia de validação do INMETRO;
- Analisar as amostras de água superficial e sedimento para determinação quantitativa dos compostos inorgânicos contemplados neste projeto para a Resolução CONAMA 357 e 454;
- Fazer tratamentos estatísticos e cálculos para propagação de incertezas para os analitos
- Elaborar relatórios parciais com os resultados obtidos.

3. Metodologia Resumida

O bolsista será responsável essencialmente pelas análises realizadas no ICP-MS, participando dos processos de treinamento e instalação deste equipamento, assim como dos processos de otimização dos preparos de amostra e condições analíticas. O bolsista também participará ativamente do processo de validação dos métodos a serem desenvolvidos para o ICP-MS. Após a validação, o bolsista também será responsável pela realização das análises, tratamento e interpretação dos dados, assim como elaboração de relatórios.



4. Cronograma de atividades

O bolsista realizará as atividades presenciais de acordo com o cronograma abaixo. Todas essas etapas serão supervisionadas pelos professores pesquisadores.

Atividade	Mês												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Instalação dos equipamentos e treinamento	x	x											
Preparo de soluções, elaboração e aplicação de cartas controle	x	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Planejamento e otimização das condições de preparo das amostras		x	X	x									
Planejamento e otimização das condições de análise			X	x	x								
Validação dos métodos segundo os parâmetros do guia de validação do INMETRO						x	x						
Análise das amostras								x	x	x	x		
Tratamentos estatísticos dos dados									x	x	x	x	x
Elaboração de relatórios parciais											x	x	x

Nome: A definir

Nível da Bolsa: M1

Carga Horária Semanal: 20

1. Introdução

O bolsista participará de todas as etapas do processo analítico de determinação dos compostos inorgânicos que serão analisados utilizando o ICP OES. O bolsista será envolvido nas etapas de treinamento deste equipamento,



planejamento e otimização das condições de preparo de amostra, condições instrumentais de análise, validação dos métodos, análise das amostras, tratamento estatístico e elaboração dos relatórios de resultados relativos aos analitos que foram determinados utilizando este equipamento. Também ficará a cargo do bolsista as quantificações dos ânions por cromatografia de íons (CI).

2. Objetivos

- Atuar no preparo de soluções e de amostras
- Conduzir planejamentos experimentais para otimizar as condições de preparo de amostras e de análise utilizando o ICP OES e o CI
- Criar planilha de validação para os métodos para a determinação quantitativa dos elementos analisados segundo os parâmetros do guia de validação do INMETRO;
- Analisar as amostras de água superficial e sedimento para determinação quantitativa dos compostos inorgânicos contemplados neste projeto para a Resolução CONAMA 357 e 454;
- Fazer tratamentos estatísticos e cálculos para propagação de incertezas para os analitos
- Elaborar relatórios parciais com os resultados obtidos.

3. Metodologia Resumida

O bolsista será responsável essencialmente pelas análises realizadas no ICP OES e no CI, participando dos processos de treinamento e instalação destes equipamentos, assim como dos processos de otimização dos preparos de amostra e condições analíticas. O bolsista também participará ativamente do processo de validação dos métodos a serem desenvolvidos. Após a validação,



o bolsista também será responsável pela realização das análises, tratamento e interpretação dos dados, assim como elaboração de relatórios.

4. Cronograma de atividades

O bolsista realizará as atividades presenciais de acordo com o cronograma abaixo. Todas essas etapas serão supervisionadas pelos professores pesquisadores.

Atividade	Mês												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Instalação dos equipamentos e treinamento	x	x											
Preparo de soluções, elaboração e aplicação de cartas controle	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Planejamento e otimização das condições de preparo das amostras		x	x	x									
Planejamento e otimização das condições de análise			x	x	x								
Validação dos métodos segundo os parâmetros do guia de validação do INMETRO						x	x						
Análise das amostras								x	x	x	x		
Tratamentos estatísticos dos dados									x	x	x	x	x
Elaboração de relatórios parciais											x	x	x

Nome: A definir

Nível da Bolsa: IX

Carga Horária Semanal: 20



1. Introdução

O bolsista será responsável pelo processo de recebimento, identificação e correto armazenamento das amostras, assim como de auxiliar na organização e manutenção do laboratório

2. Objetivos

- Atuar no preparo de soluções e de amostras
- Auxiliar os demais bolsistas durante as etapas de otimização, validação, análise e tratamento dos dados obtidos

3. Metodologia Resumida

O bolsista terá como sua principal responsabilidade cuidar do processo de recebimento, identificação e armazenamento das amostras a serem analisadas, assim como zelar pela organização do laboratório. Ele poderá auxiliar também os demais bolsistas durante a realização de seus experimentos, assim como no processo de limpeza e manutenção dos equipamentos do laboratório.

4. Cronograma de atividades

O bolsista realizará as atividades presenciais de acordo com o cronograma abaixo. Todas essas etapas serão supervisionadas pelos professores pesquisadores.



Atividade	Mês												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Instalação dos equipamentos e treinamento	x	x											
Preparo de soluções	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Recebimento das amostras	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Organização do laboratório	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Limpeza e manutenção de equipamentos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X
Análise das amostras								x	x	x	x		
Tratamentos estatísticos dos dados									x	x	x	x	x




PRESTAÇÃO DE SERVIÇO - DETERMINAÇÃO DE METAIS E METALÓIDES EM ÁGUA SUPERFICIAL E SEDIMENTOS DA BACIA DO RIO PARAOPÉBA
Registro

-

Revisão

19/06/2020

Status

Aguardando aprovação

Título

DETERMINAÇÃO DE METAIS E METALÓIDES EM ÁGUA SUPERFICIAL E SEDIMENTOS DA BACIA DO RIO PARAOPÉBA

Data de início

01/10/2020

Previsão de término

30/11/2021

Data da última aprovação pelo Órgão Competente

-

Órgão Competente

-

CARACTERIZAÇÃO**Ano em que se iniciou a ação**

2020

Unidade

Instituto de Ciências Exatas

Departamento

Departamento de Química

Caracterização

Atendimento Jurídico e Judicial

Subcaracterização

Atendimento Jurídico e Judicial

Programa vinculado

SEM VÍNCULO

Projeto vinculado

SEM VÍNCULO

Principal Área Temática de Extensão

Meio Ambiente

Área Temática de Extensão Afim

NÃO POSSUI

Linha de Extensão

Questões Ambientais

Grande Área do Conhecimento

Ciências Exatas e da Terra

Palavras-chave

água superficial, sedimento, bacia do rio Paraopeba, Brumadinho

DESCRIÇÃO**Apresentação e justificativa**

Projeto para determinação de metais e metalóides em águas superficiais e sedimentos da bacia do rio Paraopeba depois do desastre de Brumadinho. As águas superficiais podem conter altas concentrações de elementos tóxicos, em função de processos de permeação. Os sedimentos podem acumular os metais, podendo disponibilizá-los em função de variações de pH e outros fenômenos. Este estudo visa o monitoramento de metais e metalóides nas amostras de água e sedimento por período igual a 13 meses.

Objetivos gerais


PRESTAÇÃO DE SERVIÇO - DETERMINAÇÃO DE METAIS E METALÓIDES EM ÁGUA SUPERFICIAL E SEDIMENTOS DA BACIA DO RIO PARAOPÉBA

Avaliar da presença e distribuição de contaminantes inorgânicos em águas superficiais e sedimentos da Bacia do Rio Paraopeba.

Objetivos específicos

- Determinar contaminantes inorgânicos previstos nas Normas CONAMA 357 e 454 em amostras de água superficial e sedimentos, respectivamente, encaminhadas para análise pelo CTC-UFMG;
- Realizar o preparo das amostras de água superficial segundo os métodos descritos no Standart Methods the Examination of Water and Waste Water (SMWW), sugeridos no edital da presente chamada;
- Realizar o preparo das amostras de sedimentos segundo os métodos da Environmental Protection Agency (EPA) 3050B, 3051A ou 3052 e as determinações dos elementos segundo SMWW 3120B, 3125B ou EPA 6010D, 6020B e 200.8;
- Desenvolver os métodos em conformidade com parâmetros de gestão de qualidade estabelecidos pelo Centro de Referência Ambiental (CRA);
- Validar os métodos, quando necessário;

Metodologia

Preparo das amostras de água superficial

Para o preparo e determinação dos metais e metalóides nas amostras de água superficial foi sugerido pelo CRA, a utilização dos métodos SMWW 3030E, 3030F, 3030I ou 3030K, 3120B, 3125B ou EPA 200.8. Conforme consta em edital, serão recebidas 44 amostras de água superficial coletadas mensalmente, durante 11 meses.

Os procedimentos de preparo de amostras utilizam ácido nítrico concentrado e sub-distilado, empregando-se blocos digestores ou forno de micro-ondas com cavidade. Diante das possibilidades apresentadas, será priorizado o preparo das amostras em fornos de micro-ondas, pois o emprego de ácido é reduzido, gerando um digerido com menor acidez residual e mais adequado para introdução em sistemas pneumáticos de introdução de amostras, como os empregados nos plasmas acoplados indutivamente (ICP-MS e ICP OES).

As quantificações dos analitos apresentados nas normas serão realizadas por espectrometria de emissão óptica com plasma acoplado indutivamente (ICP OES) ou por espectrometria de massa com plasma acoplado indutivamente (ICP-MS). Ambas as técnicas promovem a determinação multielementar e a escolha de uma ou outra se fará em função do nível de concentração dos elementos na matriz.

Além disso, para a determinação dos ânions presentes na matriz, será empregada a cromatografia de íons (CI) com detecção por condutividade. Os resultados fornecidos pela técnica serão de grande importância para dados de potabilidade.

Espera-se ainda poder correlacionar os dados gerados neste projeto com os dados de campo, obtidos durante a coleta das amostras, a saber: pH, condutividade elétrica, OD e turbidez. A união de todos os dados será relevante na construção dos parâmetros de potabilidade e qualidade da água superficial da bacia do rio Paraopeba.

Preparo das amostras de sedimento

Para o preparo e determinação dos metais e metalóides nas amostras de sedimentos foi sugerido pelo CRA, a utilização dos métodos EPA 3050B, 3051A ou 3052 e SMWW 3120B, 3125B ou EPA 6010D, 6020B ou 200.8. No caso de sedimentos, serão recebidas 44 amostras coletadas em um período do ano e outras 44 coletadas em outro período, dentro de um período de 11 meses, totalizando 88 amostras.

Os procedimentos de preparo das amostras de sedimento descritos nos métodos EPA empregam digestões assistidas por radiação micro-ondas, considerado o estado da arte no preparo de amostras. O emprego de ácido nítrico concentrado e sub distilado será constante. Porém, avaliações quanto ao uso de ácido clorídrico serão realizadas, principalmente nos digeridos destinados a quantificações no ICP-MS, devido a efeitos de interferências.

O desempenho de qualidade do laboratório será avaliado, segundo sugerido nos métodos normatizados, pela análise do branco laboratorial, da fortificação do branco, por testes de adição e recuperação e pela utilização de materiais de referência certificado.

Forma de avaliação da ação de Extensão

emissão de relatórios

Site

-

Origem do público-alvo

Externo

Caracterização do público-alvo

Poder judiciário do estado de MG e a população dos atingidos no desastre de Brumadinho

Captação por edital de fomento

Sim

Articulado com política pública

Sim

ESTUDANTES MEMBROS DA EQUIPE
Plano de atividades



PRESTAÇÃO DE SERVIÇO - DETERMINAÇÃO DE METAIS E METALÓIDES EM ÁGUA SUPERFICIAL E SEDIMENTOS DA BACIA DO RIO PARAOPÉBA

Realizar o recebimento das amostras
Realizar o preparo das amostras de água e sedimento empregando-se forno de microondas com cavidade
Realizar a quantificação dos elementos por ICP OES e por ICP-MS

Plano de acompanhamento e orientação

O acompanhamento e orientação serão tarefas diárias, pois o projeto se caracteriza como uma ação judicial do MP, exigindo cuidados especiais. Ações de acreditação de ensaios e validação serão realizadas

Processo de avaliação

verificação das ações laboratoriais e dos dados produzidos diariamente

INFORMAÇÕES ESPECÍFICAS
Infra-estrutura física

O Centro de Referência Ambiental está em fase de implementação e toda a parte experimental será realizado nele.

Vínculo com Ensino

Não

Vínculo com Pesquisa

Não

Público estimado

10

INFORMAÇÕES ADICIONAIS
Informações adicionais

-

EXECUÇÕES

Data Início	Data Término
30/10/2020	30/11/2021

EQUIPE

Participação	Nome	Telefone	E-mail	Unidade	Departamento/ Curso/Setor	Período
Coordenador	LETICIA MALTA COSTA		lmcosta@ufmg.br lmcosta@ufmg.br	INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS	Departamento de Química	- a -
Participante	B R U N O G O N C A L V E S B O T E L H O		botelhobg@ufmg.br botelhobrunog@gmail.com	INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS	Departamento de Química	01/10/2020 a 30/11/2021
Participante	L U I Z A D E M A R I L A C P E R E I R A D O L A B E L L A		lmpd@ufmg.br ldolabella@gmail.com	INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS	Departamento de Química	01/10/2020 a 30/11/2021

PARCERIAS

CNPJ	Nome	Caracterização	Tipo
26.989.715/0016-99	MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL - PROCURADORIA DA REPÚBLICA EM MINAS GERAIS	Instituição da Administração Pública Direta	Assessoria e/ou Consultoria

ABRANGÊNCIAS

Nome	Estado	Município	CEP	Detalhes
Brumadinho	Minas Gerais	Brumadinho		





OFÍCIO DE ANUÊNCIA 01/2020/SA-DQ

Em atendimento às ações de prevenção e enfrentamento do novo coronavírus e, com o objetivo de reduzir a tramitação de documentos impressos, o Chefe do Departamento de Química aprova, por meio desse ofício, os formulários relativos ao Projeto de Prestação de Serviços DETERMINAÇÃO DE METAIS E METALÓIDES EM ÁGUA SUPERFICIAL E SEDIMENTOS DA BACIA DO RIO PARAÓPEBA, de interesse do professora Leticia Malta Costa docente do Departamento de Química da UFMG.

Belo Horizonte, 19 de abril de 2020.

Professor Rubén Dario Sinisterra Millán
Chefe do Departamento de Química
Instituto de Ciências Exatas
Universidade Federal de Minas Gerais



ATA DA REUNIÃO DE JULGAMENTO DA CHAMADA



ATA DA REUNIÃO DE JULGAMENTO DA CHAMADA 18+21/2020 NO DIA 22.06.2020

No dia 22 de junho de 2020, às 16h30 horas, reuniram-se virtualmente os membros do Comitê Técnico-Científico do “Projeto Brumadinho-UFMG”, Fabiano Lara, Ricardo Ruiz, Adriana Monteiro da Costa, Carlos Augusto Gomes Leal, Claudia Carvalhinho Windmüller, Efigênia Ferreira e Gustavo Ferreira Simões e o Secretário Executivo do “Projeto Brumadinho-UFMG”, Tiago Barros Duarte. Ausente, justificadamente, a Professora Claudia Mayorga.

Tendo sido previamente encaminhado o Subprojeto para exame, foi avaliada a PROPOSTA submetida pela professora Leticia Costa para a Chamada 18+21. Foi identificado que o Subprojeto apresentado cumpriu os requisitos formais de submissão. Examinado e discutido o mérito, a proposta foi avaliada como relevante e cientificamente robusta e com equipe executora experiente e apta à execução do projeto. Avaliou-se que a expansão da avaliação para terras raras em águas superficiais e sedimentos trará grande contribuição para a discussão do monitoramento. Verificou-se, portanto, que a proposta preenche o objetivo completamente, com elevada qualidade, concluindo, por unanimidade pela APROVAÇÃO COM AJUSTES. Observou-se necessidade de adequações, tendo sido identificadas as seguintes recomendações a serem realizadas pela proponente:

- 1) Corrigir caracterização da bacia do Paraopeba na pág. 2. Embora inserida no Quadrilátero Ferrífero, a bacia não se estende até a mesorregião da Zona da Mata, conforme descrito na proposta. Ou seja, não se refere ao aposto (Quadrilátero), mas à bacia. No mesmo trecho, a referência feita ao IGAM [1] é equivocada, pois não se refere ao todo, mas somente sobre a bacia ser parte do território do QF – reposicionar a chamada ([1]) próxima à esta referência.
- 2) Retirar afirmação sobre falta de estudos de rotas geoquímicas na pág. 4. Embora não haja estudos publicados, não é possível afirmar que outros estudos não tenham sido feitos.
- 3) Ainda na pág. 4, a proposta menciona “poços artesianos”. Artesianos são somente os poços jorrantes, quando o aquífero é explotado. Corrigir considerando a terminologia “poços tubulares”, já que não é possível afirmar e generalizar que todos são artesianos, sem estudos de referência.
- 4) Na pág. 5, a proposta afirma que “a liberação de metais para o ambiente é consequência de processos pedogenéticos, como intemperismo de rochas”. Em seguida, atribui à mineração certa contribuição na liberação de metais ao ambiente. Ambas as exposições induzem ao fato de que os processos pedogenéticos são básicos e majoritariamente responsáveis por essa disponibilização, ao passo que minimiza atividades antrópicas (como a mineração e o rompimento) na condição da presença dos metais. Lembra-se, ainda, que os processos pedogenéticos são múltiplos e específicos. A fim de evitar interpretações enviesadas da proposta, o parágrafo de deve ser suprimido.
- 5) Sobre os objetivos diversos apresentados nas págs. 8-9, para além dos que constam na Chamada, solicita-se estabelecimento de conexão entre eles e os produtos previstos, assim como contemplar, obrigatoriamente, também a lista de produtos que prevista na Chamada.
- 6) Reescrever o item 3 “METODOLOGIA”.
- 7) Corrigir, no primeiro e no último parágrafos da pág. 11, o texto “[...] foi sugerido pelo CRA [...]”. Trocar por “foi sugerido pelo CTC”.
- 8) Revisar e ajustar os produtos previstos, incluindo a abordagem dos itens da Chamada.



- 9) Modificar a apresentação visual das Tabelas 1 e 2 no item “CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO”, para que fiquem visualmente didáticas e considerando os ajustes de atividades/análises que forem realizados na proposta.
- 10) Verificar a possibilidade de sobreposição das atividades desta proposta com o Subprojeto da Chamada 16, considerando a participação da coordenadora Professora Letícia Malta Costa em ambos.
- 11) Corrigir o valor proporcional da bolsa de Jefferson de Souza para R\$ 7.338,41 (p. 17). A partir desta alteração, corrigir o valor do montante referente à todas as bolsas, cujo somatório será R\$ 509.841,75.
- 12) Retirar as solicitações de orçamentos de: 01 Nebulizador V-Groove ICP-OES; 01 Câmara inerte ICP-OES; 01 Tocha desmontável ICP-OES (p. 18), caso esses produtos já tenham sido adquiridos pelo CRA-UFMG. Corrigir o item “Ph de bancada” para “pHmetro de bancada”.
- 13) Inserir informações sobre realização da rastreabilidade das amostras.
- 14) Embora o CTC avalie a equipe executora como apta e experiente para desenvolver a proposta, solicita-se esclarecimento sobre a participação, presença e dedicação dos bolsistas de outras instituições no Subprojeto, visto tratar-se de chamada para ensaios laboratoriais. Sobretudo, detalhar participação do Dr. Jefferson Souza, cuja dedicação é de 35h/semana.
- 15) Considerar a exclusão das análises de especiação de arsênio, uma vez que os dados de monitoramento do IGAM existentes até o momento não mostraram inconformidades na presença desse metaloide. É possível que a investigação de especiação de outros elementos químicos se mostre mais diligente, até mesmo em outras matrizes, o que justificará um investimento de recursos mais direcionado a essas demandas.
- 16) Revisar e reescrever os trechos onde são feitas afirmações genéricas sem a devida comprovação por referências bibliográficas cientificamente reconhecidas, bem como retirar afirmações que tragam qualquer juízo de valor.
- 17) Rever o cálculo do orçamento, observando o limite máximo estipulado para a Chamada, com inclusão de taxas da resolução 10/95 e exclusão dos serviços administrativos FUNDEP.

Encerrou-se a reunião às 18h30. Eu, Tiago Barros Duarte, Secretário-Executivo do Comitê Técnico-Científico do “Projeto Brumadinho-UFMG” lavrei a presente ata, que vai assinada por mim e pelos demais. Belo Horizonte, 22 de junho de 2020.

Adriana Monteiro da Costa

Gustavo Ferreira Simões

Carlos Augusto Gomes Leal

Ricardo Machado Ruiz

Claudia Carvalhinho Windmüller

Efigênia Ferreira

Fabiano Lara

Tiago Duarte



RECURSOS E ADEQUAÇÕES



Prezada Professora Leticia Costa,

Agradecemos pelo envio da proposta para a Chamada 18+21/2020 do Projeto Brumadinho UFMG. Informamos que o Subprojeto foi analisado pelo Comitê Técnico Científico, tendo concluído por sua APROVAÇÃO COM AJUSTES.

A proposta apresenta mérito, relevância, é cientificamente robusta e a equipe executora apresenta experiência e está apta a execução do Subprojeto. Avaliou-se que a expansão da avaliação para terras raras em águas superficiais e sedimentos trará grande contribuição para a discussão do monitoramento.

- Agradeço o reconhecimento pelo CTC e também acredito que a determinação dos elementos terras raras ampliará as discussões relacionadas à geoquímica.

O CTC solicita que os ajustes descritos a seguir sejam realizados na proposta, como condição de aprovação, para avaliação final e deliberação do resultado da chamada:

1) Corrigir caracterização da bacia do Paraopeba na pág. 2. Embora inserida no Quadrilátero Ferrífero, a bacia não se estende até a mesorregião da Zona da Mata, conforme descrito na proposta. Ou seja, não se refere ao aposto (Quadrilátero), mas à bacia. No mesmo trecho, a referência feita ao IGAM [1] é equivocada, pois não se refere ao todo, mas somente sobre a bacia ser parte do território do QF – reposicionar a chamada ([1]) próxima à esta referência.

- As modificações foram realizadas e a nova frase ficou assim: A bacia do Paraopeba, localizada no quadrilátero ferrífero [1], é uma região de grande atividade econômica, destacando-se a extração de minério de ferro.

2) Retirar afirmação sobre falta de estudos de rotas geoquímicas na pág. 4. Embora não haja estudos publicados, não é possível afirmar que outros estudos não tenham sido feitos.

- A frase foi retirada.



3) Ainda na pág. 4, a proposta menciona “poços artesianos”. Artesianos são somente os poços jorrantes, quando o aquífero é explorado. Corrigir considerando a terminologia “poços tubulares”, já que não é possível afirmar e generalizar que todos são artesianos, sem estudos de referência.

- Poços artesianos foi modificado para poços tubulares.

4) Na pág. 5, a proposta afirma que “a liberação de metais para o ambiente é consequência de processos pedogenéticos, como intemperismo de rochas”. Em seguida, atribui à mineração certa contribuição na liberação de metais ao ambiente. Ambas as exposições induzem ao fato de que os processos pedogenéticos são básicos e majoritariamente responsáveis por essa disponibilização, ao passo que minimiza atividades antrópicas (como a mineração e o rompimento) na condição da presença dos metais. Lembra-se, ainda, que os processos pedogenéticos são múltiplos e específicos. A fim de evitar interpretações enviesadas da proposta, o parágrafo deve ser suprimido.

- A frase foi reestruturada.

5) Sobre os objetivos diversos apresentados nas págs. 8-9, para além dos que constam na Chamada, solicita-se estabelecimento de conexão entre eles e os produtos previstos, assim como contemplar, obrigatoriamente, também a lista de produtos que prevista na Chamada.

- Os produtos previstos na Chamada foram incluídos e foi estabelecida a conexão entre os objetivos e os produtos esperados, destacando-se que os objetivos relacionados a especiação foram subtraídos da proposta.

6) Reescrever o item 3 “METODOLOGIA”.

- O item foi reescrito.

7) Corrigir, no primeiro e no último parágrafos da pág. 11, o texto “[...] foi sugerido pelo CRA [...]”. Trocar por “foi sugerido pelo CTC”.

- Correção realizada.



8) Revisar e ajustar os produtos previstos, incluindo a abordagem dos itens da Chamada.

- Os itens da Chamada foram incluídos em produtos previstos e as adequações foram realizadas.

9) Modificar a apresentação visual das Tabelas 1 e 2 no item “CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO”, para que fiquem visualmente didáticas e considerando os ajustes de atividades/análises que forem realizados na proposta.

- A Tabela 2 foi excluída do projeto e a Tabela 1 foi modificada, descrevendo as atividades em meses e não mais bimestres.

10) Verificar a possibilidade de sobreposição das atividades desta proposta com o Subprojeto da Chamada 16, considerando a participação da coordenadora Professora Letícia Malta Costa em ambos.

- Prezados membros do CTC, sempre que possível a sobreposição das atividades será realizada, uma vez que para as amostras de água subterrânea e superficial os procedimentos de preparo são similares. Porém, cabe ressaltar que o subprojeto de água subterrânea tem vigência de somente 45 dias, o que exigirá dessa coordenadora e de toda a equipe empenho e priorização das atividades experimentais, para que o tempo seja cumprido, sem necessidade de pedido de prorrogação.

11) Corrigir o valor proporcional da bolsa de Jefferson de Souza para R\$ 7.338,41 (p. 17). A partir desta alteração, corrigir o valor do montante referente à todas as bolsas, cujo somatório será R\$ 509.841,75.

- Os valores foram corrigidos nas tabelas.

12) Retirar as solicitações de orçamentos de: 01 Nebulizador V-Groove ICP-OES; 01 Câmara inerte ICP-OES; 01 Tocha desmontável ICP-OES (p. 18), caso esses produtos já tenham sido adquiridos pelo CRA-UFMG. Corrigir o item “Ph de bancada” para “pHmetro de bancada”.

- O termo pHmetro foi inserido. Os demais itens foram mantidos na proposta pois os materiais consumíveis não foram adquiridos pelo CRA e



serão de grande importância na quantificação das amostras de sedimento, pois as soluções possuem uma maior quantidade de sólidos dissolvidos, evitando assim problemas de entupimento. Este sistema é adequado para esta situação, assim como também para utilização de futuros trabalhos envolvendo introdução de suspensões.

13) Inserir informações sobre realização da rastreabilidade das amostras.

Conforme consta no texto da Chamada, os laboratórios do CRA serão adequados para que os ensaios sejam realizados segundo as normas da ISO 17025. Os protocolos da norma incluem medidas de garantia de rastreabilidade dentro do laboratório. Vale ressaltar que a rastreabilidade na etapa da amostragem deve ser garantida pela equipe da amostragem.

14) Embora o CTC avalie a equipe executora como apta e experiente para desenvolver a proposta, solicita-se esclarecimento sobre a participação, presença e dedicação dos bolsistas de outras instituições no Subprojeto, visto tratar-se de chamada para ensaios laboratoriais. Sobretudo, detalhar participação do Dr. Jefferson Souza, cuja dedicação é de 35h/semana.

- O Prof. Jeremie Garnier será fundamental para as discussões sobre dados de georeferenciamento, geoquímicos e também sobre os dados de metais da bacia do rio Paraopeba. Nesta readequação da proposta estão previstas passagens e diárias para o professor vir à BH. Com relação ao discente de pós-doc, o Dr. Jefferson Souza foi aprovado na Universidade Estadual Norte Fluminense (UENF) mas não tomou posse. As contratações estão suspensas pela delicada situação financeira do estado do Rio de Janeiro, além da COVID e do ano de eleição. Enfim, o discente já expressou formalmente sua intenção de mudança de domicílio diante da aprovação e liberação do recurso de sua bolsa, o que será importante para exequibilidade do projeto, diante de sua experiência com as técnicas baseadas em plasma de acoplamento indutivo (ICP-MS e ICP OES), absorção atômica e técnicas cromatográficas. Ademais, a contratação de um pós-doc sempre estará permeada pela agradável notícia de sua aprovação em instituições de ensino superior.



15) Considerar a exclusão das análises de especiação de arsênio, uma vez que os dados de monitoramento do IGAM existentes até o momento não mostraram inconformidades na presença desse metaloide. É possível que a investigação de especiação de outros elementos químicos se mostre mais diligente, até mesmo em outras matrizes, o que justificará um investimento de recursos mais direcionado a essas demandas.

- A proposta de especiação de As foi retirado do texto e do orçamento.

16) Revisar e reescrever os trechos onde são feitas afirmações genéricas sem a devida comprovação por referências bibliográficas cientificamente reconhecidas, bem como retirar afirmações que tragam qualquer juízo de valor.

- O texto foi revisado e exclusões foram realizadas.

17) Rever o cálculo do orçamento, observando o limite máximo estipulado para a Chamada, com inclusão de taxas da resolução 10/95 e exclusão dos serviços administrativos FUNDEP.

- Os cálculos foram refeitos.

A supervisora desta Chamada é a Professora Claudia Windmoller, que poderá auxiliar na revisão da proposta.

Observamos que o prazo para envio dos ajustes é o mesmo para interposição de recursos: **3 de julho.**





CHAMADA PÚBLICA INTERNA INDUZIDA nº 18 e 21 / 2020

**DETERMINAÇÃO DE METAIS E METALÓIDES EM ÁGUA SUPERFICIAL E
SEDIMENTOS DA BACIA DO RIO PARAÓPEBA**

Coordenadora: Profa. Letícia Malta Costa

Departamento de Química – ICEX - UFMG

Junho – 2020



1. Contextualização e Justificativa

A bacia do Paraopeba, localizada no quadrilátero ferrífero [1], é uma região de grande atividade econômica, destacando-se a extração de minério de ferro. Sua nascente está localizada no município de Cristiano Ottoni e sua foz na represa de Três Marias, no município de Felixlândia, MG. A extensão do rio é de 546,5 km e sua bacia cobre 12.090 km² e 35 municípios [2]. É um dos principais afluentes do rio São Francisco, tendo como um de seus tributários o ribeirão Ferro-Carvão, alvo dos rejeitos do rompimento da barragem B1.

No trecho compreendido entre o ribeirão Ferro Carvão e o rio Paraobepa, os principais usos se relacionavam ao abastecimento público, geração de energia, agropecuária e consumo industrial [1].

Os prejuízos ambientais causados pelo rompimento da barragem B1 foram, e ainda são evidentes, com a destruição de áreas de proteção ambiental, a desconfiguração do leito do ribeirão Ferro-Carvão e o espalhamento de grande quantidade de rejeito no leito do rio Paraopeba.

Na Legislação Brasileira existem dois documentos que tratam dos valores máximos de metais e metaloides permitidos nas águas brutas e também na água potável [3,4]. O Conselho Nacional de Meio Ambiente, por meio da Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005 fixa limites superiores e inferiores para diversos parâmetros, dispõe da classificação das águas doce, salobra e salinas e define as condições de qualidade para o enquadramento dos corpos hídricos no território brasileiro de acordo com os seus principais usos e para o lançamento de efluentes. Além de parâmetros físico-químicos como condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, pH, temperatura, sólidos totais, sólidos dissolvidos totais, sólidos em suspensão totais e turbidez a Resolução também estabelece limites para metais. As águas provenientes de mananciais superficiais tais como rios, lagos, barragens ou lençóis freáticos são consideradas impróprias para o consumo humano, caso não tenham algum tipo de tratamento. Essas águas, denominadas brutas, são transformadas em água potável, tratada e adequada para consumo humano, nas estações de tratamento de água (ETAs). A qualidade da água que abastece a estação de tratamento interfere diretamente no tipo de tratamento que será adotado pelas ETAs, para que no final a mesma



esteja dentro dos padrões de potabilidade para o consumo humano (IGAM, 2017). Por outro lado, a Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, regulamenta procedimentos de controle e vigilância do padrão de potabilidade de água para consumo humano e define os termos água para consumo humano, água potável e padrão de potabilidade.

O Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) iniciou coletas e análises emergenciais diárias de amostras de água e semanais de sedimentos, a partir do dia em que ocorreu o desastre em Brumadinho. Os resultados obtidos encontram-se nos informativos disponibilizados no site do IGAM e indicaram o aumento de concentrações de metais tóxicos como mercúrio e chumbo, imediatamente nos primeiros dias após o desastre. Os informativos posteriores mostraram uma normalização dos valores de concentração encontrados para esses elementos até o início do período de chuvas, quando volta a aumentar a turbidez e a ocorrência de não conformidades de Fe dissolvido, Al dissolvido, Mn total, Cu dissolvido, Pb total, em pontos da bacia do Paraopeba. Observa-se ainda que, esporadicamente, as concentrações de Ni e Cd também estão acima dos limites estabelecidos pela legislação [1].

Com relação aos valores encontrados em sedimentos, as concentrações de Fe e Mn foram superiores aos valores de referência citados por Costa (2015) [5], e superiores aos valores encontrados no trecho a montante do impacto, sendo, portanto, indicativos da presença do rejeito de mineração de ferro que extravasou da barragem, segundo ao informativo 1 do IGAM. Em alguns pontos de amostragem, os elementos Pb, Hg, Ni e As ultrapassaram o nível 1 (abaixo do qual a probabilidade de efeito adverso à saúde é baixa), enquanto os elementos Cu e Cr ultrapassaram o nível 2 (acima do qual é grande a probabilidade de efeito adverso à saúde) da resolução CONAMA 454.

A captação de água do rio Paraopeba para tratamento e disponibilização para consumo humano foi interrompida a jusante do ponto da confluência do ribeirão Ferro-Carvão com o rio Paraopeba desde o rompimento da barragem B1.

O único trabalho científico publicado até o momento acerca da qualidade da água do rio Paraopeba após o rompimento da barragem de Brumadinho refere-se a um estudo com ensaios ecotoxicológicos, que observou um aumento na



mortalidade de embriões de zebrafish nos reservatórios de Retiro Baixo e de Três Marias. Porém, o mesmo estudo conclui que esse resultado não pode ser atribuído exclusivamente à presença de rejeitos oriundos do rompimento da barragem, mas também a outros fatores como presença de esgoto doméstico. Os autores afirmaram que os resultados mostram a necessidade de realização de programas de monitoramento independentes para que seja determinada a extensão dos danos causados pelo rompimento da barragem [6].

Relatos recentes afirmam que a água do rio Paraopeba ainda continua imprópria para consumo, um ano após a tragédia de Brumadinho [7]. O fornecimento de milhões de litros de água mineral pela companhia Vale à população atingida, a abertura de novos poços tubulares e a construção de novos pontos de captação de água para a cidade de Pará de Minas [8] são ações que justificam a relevância de um monitoramento constante e diligente para verificação da qualidade da água superficial e dos níveis de concentração de metais e metaloides nos sedimentos do rio. O Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) concedeu 112 outorgas emergenciais de captação de águas, sendo 83% delas para água subterrânea, visando garantir o abastecimento público, consumo humano e dessedentação animal, na busca de minimização dos danos ambientais [1]. Diante desse cenário de reconstrução, ações de monitoramento da qualidade da água e mitigação devem ser continuamente realizadas, monitorando parâmetros físico-químicos, biológicos e a concentração de metais, metaloides e ânions, de forma a obedecer às legislações em vigor e buscando sempre a prevenção de danos ao ecossistema.

A grande maioria dos metais e metaloides tóxicos ocorrem naturalmente na crosta terrestre em baixas quantidades quando comparadas aos dos elementos majoritários. Porém, atividades antrópicas, dentre elas a mineração, contribuem para uma maior disponibilização de elementos tóxicos no ambiente, que podem atingir solos e corpos d'água e causar contaminações de águas superficiais e subterrâneas e também se depositarem nos sedimentos [9,10].

Os metais estão distribuídos no ambiente aquático entre as espécies solúveis em água, coloides, material em suspensão e sedimentado. As concentrações dos metais em sedimentos e águas de rios podem ser facilmente alteradas por processos de deposição e remobilização. Estima-se que menos



de 1% desses poluentes podem estar solúveis na água, sendo que a maior parte está armazenada nos sedimentos. Este compartimento possui alta capacidade de adsorção e retenção de contaminantes, considerado um depósito de espécies poluentes, que pode indicar eventos de poluição que, às vezes, não podem ser verificados pela análise da água [11].

Os metais não são naturalmente degradados e nem fixados permanentemente pelos sedimentos, podendo retornar à coluna d'água. Alterações no meio aquático, tais como temperatura, teor de matéria orgânica, pH e potencial redox, podem influenciar a remobilização dos metais, ressaltando-se que os dois últimos são fatores que exercem influências significativas na disponibilidade dos metais no sedimento [12]. Desta forma, determinar a concentração total de metais neste compartimento, o grau de mobilidade e a disponibilidade dos mesmos, são importantes ferramentas na avaliação da qualidade das águas.

Programas de monitoramento abordam avaliação temporal de concentrações apenas de poluentes que constam em legislação. Os valores da legislação estão, em geral, relacionados a valores de background regionais, ou a determinados testes ecotoxicológicos. Entretanto, sua utilização para avaliação de riscos à saúde e ambientais mostra-se muitas vezes limitada. Por isso, a utilização de parâmetros preconizados pela legislação, em conjunto com outros parâmetros mais específicos, que não sejam previstos, como identificação de outros elementos em concentrações a nível de traços e especiação química, são muito importantes para uma avaliação mais precisa de risco à saúde e ao ambiente.

Os projetos desenvolvidos na bacia do Paraopeba após o rompimento da barragem B1 da Vale, buscam a avaliação dos impactos ambientais e o estabelecimento donexo causal entre o rompimento e os resultados obtidos a partir de amostras de água e sedimento é de grande importância. Neste contexto, a determinação de constituintes em nível traço, como os elementos terras raras (ETR) é relevante. Do ponto de vista geológico, os ETR's estão relacionados aos processos geoquímicos nos quais as rochas são formadas, produzindo assinaturas tanto no material de origem quanto nos solos e sedimentos formados a partir deste [13]. Assim, a determinação de ETR's e suas assinaturas nos



sedimentos poderá auxiliar na obtenção de um perfil característico da região, contribuindo no futuro, para umnexo causal com o desastre de Brumadinho, uma vez que poderá ser possível avaliar também as assinaturas de ETR nos rejeitos. Ou seja, conhecendo-se a composição dos ETR no rejeito é possível monitorar a extensão que ele percorreu ao longo da bacia do rio Paraopeba, a extensão da pluma do rejeito. Um estudo recente realizado após o desastre de Bento Rodrigues, distrito de Mariana, pertencente ao quadrilátero ferrífero, apontou a presença de ETR nas amostras de água e sedimento [9].

Desta forma, conforme apresentado no edital da Chamada 18 e 21, o objetivo da proposta é a determinação de metais e metaloides em amostras de água superficial e sedimento da Bacia do Rio Paraopeba. Adicionalmente, diante do interesse de explorar o poder multielementar das técnicas disponíveis no CRA e fornecer dados para suportar investigações futuras relativas ao perfil isotópico da região, propõem-se a determinação de elementos terras raras. Finalizando, propõem-se também a avaliação da presença de ânions nas amostras de água por cromatografia de íons (CI) com detecção por condutividade. Este estudo complementar e será relevante para o estabelecimento do perfil de monitoramento das amostras de água superficial da região. A proponente acredita que a ampliação dos objetivos da proposta pode resultar em subsídios para investigações futuras, sem contudo, comprometer o objetivo específico da presente chamada.

Apesar dos órgãos ambientais estarem apresentando resultados de monitoramento de metais nas águas e sedimentos do rio Paraopeba, a realização de estudos independentes, com propostas de uso ou implementação de parâmetros além dos preconizados nas normas, é fundamental para que se tenha uma comparação de resultados que permita uma avaliação ambiental mais ampla e consistente.

2. Objetivo

Avaliar da presença e distribuição de contaminantes inorgânicos em águas superficiais e sedimentos da Bacia do Rio Paraopeba.



2.1. Objetivos específicos

- a) Determinar contaminantes inorgânicos previstos nas Normas CONAMA 357 e 454 em amostras de água superficial e sedimentos, respectivamente, encaminhadas para análise pelo CTC-UFMG;
- b) Após a entrega dos resultados dos relatórios parciais com os resultados obtidos e recebimento do georreferenciamento das amostras do CTC-UFMG, comparar os resultados obtidos com os valores-guia de qualidade das Normas CONAMA 357 e 454. Utilizar gráficos e métodos estatísticos para interpretação dos dados obtidos, em conjunto com os resultados provenientes de outros subprojetos no âmbito do **Projeto Brumadinho-UFMG**, se houver;
- c) Avaliar os resultados obtidos com relação a trabalhos desenvolvidos pelas partes envolvidas nas ações judiciais (autos 5000121-74.2019.8.13.0054, 5010709-36.2019.8.13.0024, 5026408-67.2019.8.13.0024, 5044954-73.2019.8.13.0024), que tramitam perante o Juízo da 2ª Vara da Fazenda Pública da Comarca de Belo Horizonte, além de outros trabalhos de monitoramento ambiental e estudos científicos disponíveis;
- d) Realizar o preparo das amostras de água superficial segundo os métodos descritos no *Standart Methods the Examination of Water and Waste Water* (SMWW), sugeridos no edital da presente chamada;
- e) Realizar o preparo das amostras de sedimentos segundo os métodos da *Environmental Protection Agency* (EPA) 3050B, 3051A ou 3052 e as determinações dos elementos segundo SMWW 3120B, 3125B ou EPA 6010D, 6020B e 200.8;
- f) Realizar testes de proficiências junto às Redes Metrológicas do país para certificação da qualidade dos ensaios realizados no CRA;



- g) Desenvolver os métodos em conformidade com parâmetros de gestão de qualidade estabelecidos pelo Centro de Referência Ambiental (CRA);
- h) Validar os métodos, quando necessário;
- i) Verificar se nas amostras de água superficial da Bacia do Rio Paraopeba são encontrados elementos terras raras e quantificá-los por ICP OES ou ICP-MS;
- j) Quantificar as espécies aniônicas presentes das amostras de água superficial por cromatografia de íons.
- k) Realizar o tratamento dos dados aplicando-se ferramentas quimiométricas de agrupamento de dados, PCA e HCA, para evidenciar similaridades entre as amostras, parâmetros de agrupamento e correlações entre parâmetros medidos;

3. Metodologia

O rompimento da Barragem B1 da Mina “Córrego do Feijão”, em Brumadinho, causou o espalhamento de 12,7 milhões de m³ de rejeitos do processo de mineração de ferro, que desconfigurou a calha do Córrego Ferro-Carvão e afetou a qualidade da água do Rio Paraopeba desde Brumadinho até a represa de Retiro Baixo. A maior parte do rejeito ficou espalhada por uma área de cerca de 300 ha, que vai desde a Barragem até a confluência do Córrego Ferro-Carvão com o Rio Paraopeba. Porém, parte desse material atingiu e se espalhou pelo Rio Paraopeba, afetando a qualidade das águas e sedimentos desse corpo hídrico.

Os trabalhos a serem realizados neste subprojeto se dividem em duas etapas: (1) análise de amostras de água superficial e de sedimento; (2) recebimento de dados do CTC-UFMG sobre o plano amostral e elaboração de um relatório completo utilizando esses dados e comparações com dados provenientes de outros trabalhos.

A Deliberação Normativa COPAM nº 14, de 28 de dezembro de 1995 dispõe sobre o enquadramento das águas da Bacia do rio Paraopeba. De acordo com



essa deliberação o rio Paraopeba, da confluência com o rio Maranhão até a represa de Três Marias, é enquadrado como Classe 2 [1].

Em acordo com a resolução CONAMA nº 357/2005, águas da classe 2 podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e e) à aqüicultura e à atividade de pesca.

Os teores totais dos metais e metaloides que serão determinados, de acordo com a resolução CONAMA nº 357/2005 são: Ag, Al, As, B, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Li, Mn, Ni, P, Pb, Sb, Se, U, V e Zn. Ressaltando que a resolução estabelece valores máximos para Al, Cu e Fe dissolvido e não total. Além dos metais descritos acima, também estabelece valores máximos para os ânions cloreto, cianeto, fluoreto, nitrato, nitrito, sulfato e sulfeto. Para a quantificação destes ânions será empregado o cromatógrafo de íons. Os valores máximos permitidos (VMP) e os limites de quantificação praticáveis (LQP) encontram-se na referida norma e serão praticados nos trabalhos experimentais e na expressão de aceitabilidade dos resultados [3].

A norma CONAMA nº 454/2012 [14] estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado (sedimento) com valores recomendáveis para os elementos As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb e Zn. A norma destaca em seu artigo 10, parágrafo I que *“Após a caracterização química do material a ser dragado, proceder-se-á sua classificação química, para fins de avaliar as condições de sua disposição, observando os seguintes critérios: para avaliação das alternativas de disposição em solo, os resultados da caracterização química devem ser comparados com os valores orientadores nacionais estabelecidos para solos pela Resolução CONAMA nº 420/2009 ou norma estadual vigente”* [15].

Considerando o exposto acima, a comparação dos resultados deve ser realizada com os valores nacionais estabelecidos para solos pela Resolução CONAMA nº 420/2009 [15], que dispõe sobre critérios e valores orientadores de



qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas ou norma estadual vigente. Os resultados serão comparados com os níveis de classificação do material a ser dragado, previstos na Tabela III da norma CONAMA 454/2012 [14].

Todas as amostras que serão analisadas neste projeto serão selecionadas pelo CTC-UFMG e entregues à coordenadora deste subprojeto. Logo, a coordenadora terá acesso às informações sobre origem e rastreabilidade das amostras após inspeção criteriosa do CTC sobre as condições de amostragem e armazenamento, destacando-se que a coleta das amostras não está sob a responsabilidade dessa coordenadora.

3.1. Parte Experimental

3.1.1. Preparo das amostras de água superficial

Para o preparo e determinação dos metais e metalóides nas amostras de água superficial foi sugerido pelo CTC, a utilização dos métodos SMWW 3030E, 3030F, 3030I ou 3030K, 3120B, 3125B ou EPA 200.8. Conforme consta em edital, serão recebidas 44 amostras de água superficial coletadas mensalmente, durante 11 meses.

Os procedimentos de preparo de amostras listados acima, utilizam ácido nítrico concentrado e sub-destilado, empregando-se blocos digestores ou forno de micro-ondas com cavidade. Diante das possibilidades apresentadas, será priorizado o preparo das amostras em fornos de micro-ondas, pois o emprego de ácido é reduzido, gerando um digerido com menor acidez residual e mais adequado para introdução em sistemas pneumáticos de introdução de amostras, como os empregados nos plasmas acoplados indutivamente (ICP-MS e ICP OES).

As quantificações dos analitos apresentados nas normas serão realizadas por espectrometria de emissão óptica com plasma acoplado indutivamente (ICP OES) ou por espectrometria de massa com plasma acoplado indutivamente (ICP-MS). Ambas as técnicas promovem a determinação multielementar e a



escolha de uma ou outra se fará em função do nível de concentração dos elementos na matriz.

Além disso, para a determinação dos ânions presentes na matriz, será empregada a cromatografia de íons (CI) com detecção por condutividade. Os resultados fornecidos pela técnica serão de grande importância para discussão da qualidade da água, em função de sua concentração aniônica, que posteriormente serão associados com os resultados gerados pelos espectrômetros (ICP OES e ICP-MS).

Espera-se ainda poder correlacionar os dados gerados neste projeto com os dados de campo, obtidos durante a coleta das amostras, a saber: pH, condutividade elétrica, OD e turbidez. A união de todos os dados será relevante na construção dos parâmetros de qualidade da água superficial da bacia do rio Paraopeba.

3.1.2. Preparo das amostras de sedimento

Para o preparo e determinação dos metais e metaloides nas amostras de sedimentos foi sugerido pelo CTC, a utilização dos métodos EPA 3050B, 3051A ou 3052 e SMWW 3120B, 3125B ou EPA 6010D, 6020B ou 200.8. No caso de sedimentos, serão recebidas 44 amostras coletadas em um período do ano e outras 44 coletadas em outro período, dentro de um período de 11 meses, totalizando 88 amostras.

Os procedimentos de preparo das amostras de sedimento descritos nos métodos EPA empregam digestões assistidas por radiação micro-ondas, considerado o estado da arte no preparo de amostras. O emprego de ácido nítrico concentrado e sub destilado será mantido. Porém, avaliações quanto ao uso de ácido clorídrico serão realizadas, principalmente nos digeridos destinados a quantificações no ICP-MS, devido a efeitos de interferências.

O desempenho de qualidade do laboratório será avaliado, segundo sugerido nos métodos normatizados, pela análise do branco laboratorial, da fortificação do branco, por testes de adição e recuperação e pela utilização de materiais de referência certificado (solicitado no projeto).



A verificação dos outros parâmetros de mérito como, limite de detecção instrumental, limite de detecção e de quantificação, faixa linear dinâmica, dentre outros, serão realizadas de acordo com normas do INMETRO e Souza e Junqueira [16]. Além disso, cabe ressaltar que os laboratórios do CRA estão sendo adequados para acreditação segundo diretrizes de qualidade da Norma Brasileira ISO 17025.

3.1.3. Tratamento dos dados

Os resultados obtidos das análises das amostras de água superficial e sedimento serão avaliados por meio de ferramentas quimiométricas exploratória, como PCA e HCA para obter informações sobre similaridade entre amostras e correlação entre variáveis.

A PCA está fundamentada no conceito de correlação entre as variáveis. Havendo correlações significativas entre as variáveis é possível encontrar novas variáveis em quantidade menor que a inicial e que descrevem aproximadamente toda a informação contida nos dados originais. Essas novas variáveis, chamadas de componentes principais, são definidas como combinações lineares das variáveis originais e são ortogonais entre si. Nas componentes principais as relações entre as amostras não são alteradas e são construídas em ordem decrescente da quantidade de variância que descrevem. Os resultados são mostrados por meio dos gráficos de escores, que expressam as relações entre as amostras e gráfico de loadings (peso) que indicam as relações entre as variáveis, permitindo a identificação de similaridades entre as amostras e sua caracterização.

A HCA tem o objetivo de agrupar amostras, caracterizadas pelos valores de um conjunto de variáveis, em grupos. As medidas de similaridade entre as amostras são calculadas com base na distância entre as amostras. Quanto menor a distância entre as amostras no espaço n-dimensional, maior a similaridade.

Os dados serão organizados em forma de matriz e o autoescalamamento será aplicado aos dados com o objetivo de dar o mesmo peso a todas as variáveis. O



pré-processamento de autoescalamento é aplicado quando as variáveis apresentam diferentes naturezas e/ou distribuições.

As análises dos gráficos obtidos (escores, pesos e dendogramas) permitirão estimar a influência de cada variável em cada amostra, assim como avaliar e correlacionar os pontos de amostragem em que as variáveis foram medidas. O tratamento de dados será feito empregando o software Matlab e o pacote PLS toolbox.

4. Metas a serem alcançadas

Os produtos a serem entregues pela Coordenação do Subprojeto para o CTC-UFMG são:

✓ Referente à primeira etapa do projeto:

- 1) Relatório de validação para cada analito, previamente ao relatório com os resultados das análises das amostras;
- 2) 11 relatórios bimestrais seguintes constando os resultados das análises das amostras.

✓ Referente à segunda etapa do projeto, deve ser entregue um relatório final completo, constando:

- 1) Avaliação e discussão dos resultados das determinações de compostos obtidos, com relação aos dados de georreferenciamento e às Normas 357 e 454 do CONAMA;
- 2) Comparação com dados de estudos anteriores realizados na mesma área, no âmbito do Projeto Brumadinho-UFMG;
- 3) Comparação com trabalhos anteriores realizados pelas partes envolvidas ações judiciais (autos 5000121-74.2019.8.13.0054, 5010709-36.2019.8.13.0024, 5026408-67.2019.8.13.0024, 5044954-73.2019.8.13.0024) que tramitam perante o Juízo da 2ª Vara da Fazenda Pública da Comarca de Belo Horizonte;

