



Número: **5103732-02.2020.8.13.0024**

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

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

Última distribuição : **03/08/2020**

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

Processo referência: **50715214420198130024**

Assuntos: **Mineração, Brumadinho**

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)	
	MARCELO KOKKE GOMES (ADVOGADO) MARCUS VINICIUS PEREIRA DE CASTRO (ADVOGADO)
MINISTERIO PUBLICO DA UNIAO (TERCEIRO INTERESSADO)	
DEFENSORIA PUBLICA DA UNIAO EM MINAS GERAIS (TERCEIRO INTERESSADO)	

Documentos			
Id.	Data da Assinatura	Documento	Tipo
227510265	03/08/2020 18:52	Petição Inicial	Petição Inicial
227510272	03/08/2020 18:52	RECOMENDAÇÃO CHAMADA 25	Outros documentos
227510273	03/08/2020 18:52	DOC 1 - PROCESSO SELETIVO CHAMADA 25	Outros documentos

227510276	03/08/2020 18:52	DOC 2 - PROPOSTA FUNDEP	Outros documentos
227510279	03/08/2020 18:52	DOC 3 - PROPOSTA RECOMENDADA E TERMO DE COMPROMISSO - CHAMADA 25	Outros documentos
232171829	04/08/2020 11:34	Certidão de Triagem	Certidão de Triagem
269866838	07/08/2020 12:05	Decisão	Decisão
269696847	07/08/2020 12:05	5103732-02.2020.8.13.0024 (Chamada 25)	Decisão
273151808	07/08/2020 15:10	Decisão	Intimação
306081798	11/08/2020 19:31	Petição	Petição
306081800	11/08/2020 19:31	Autores_dilacao_prazo_chamada_25	Petição
327781948	13/08/2020 14:56	Petição	Petição
327781954	13/08/2020 14:56	vale-chamada25-prazo-quesitos.130820	Petição
388113407	19/08/2020 19:17	Despacho	Despacho
388113409	19/08/2020 19:17	5103732-02.2020.8.13.0024 - DILAÇÃO - CHAMADA 25	Despacho
394168421	20/08/2020 13:23	Despacho	Intimação
629715028	11/09/2020 18:45	Decisão	Decisão
629715029	11/09/2020 18:45	5103732-02.2020.8.13.0024 - APROVAÇÃO CHAMADA 25	Decisão
631200034	12/09/2020 06:44	Decisão	Intimação
758328281	22/09/2020 19:08	MPMG-ass PETICAO - Chamadas UFMG - 5103732-02.2020.8.13.0024 CHAMADA 25 - 02Set2020	Manifestação da Promotoria
758328282	22/09/2020 19:08	MPMG-60612553-ACM-DM-ZZ-LT-PM-0011-2020	Manifestação da Promotoria
788880021	24/09/2020 13:03	Petição	Petição
788880032	24/09/2020 13:03	vale-ufmg-quesitos-chamada20.240920	Petição
788880029	24/09/2020 13:03	UFLA_VALE_Avaliacao_Tecnica_Chamada_20_v03	Documento de Comprovação
788880039	24/09/2020 13:04	Petição	Petição
789569896	24/09/2020 13:04	vale-ufmg-quesitos-chamada25.240920	Petição
789569895	24/09/2020 13:04	UFLA_VALE_Avaliacao_Tecnica_Chamada_25_v02_RevCR (1)	Documento de Comprovação
842434797	29/09/2020 11:07	Manifestação da Advocacia Pública	Manifestação da Advocacia Pública
842434805	29/09/2020 11:07	EMG_quesitos_assistente tecnico_chamada 25	Manifestação da Advocacia Pública
842434810	29/09/2020 11:07	SEI_GOVMG - 6123633 - NT2.FEAM.DOCUMENTACAOB1.2019	Documento de Comprovação
843859856	29/09/2020 13:11	Petição	Petição
843859858	29/09/2020 13:11	vale-ufmg-valor-chamada25.290920	Petição
938764836	06/10/2020 13:40	Ofício	Ofício
938589845	06/10/2020 13:40	5103732-02.2020.8.13.0024 - APROVAÇÃO CHAMADA 25	Documento de Comprovação
962109822	07/10/2020 11:56	Envio de Ofício	Certidão
962109830	07/10/2020 11:56	5103732 ZIMBRA	Documento de Comprovação
1003734842	09/10/2020 19:28	Petição	Petição
1003639949	09/10/2020 19:28	5103732-02.2020.8.13.0024 - Ação Civil Pública (Chamada 25)	Documento de Comprovação
1003639954	09/10/2020 19:28	pet_quesitos_chamada25	Petição
1058884909	16/10/2020 14:34	Petição	Petição
1058884918	16/10/2020 14:34	vale-ufmg-impugnação-quesitos-chamada25.161020	Petição
1058884916	16/10/2020 14:34	UFLA_VALE_Impugnacao_quesitos_Chamada_25_SEMAD_IEF_SEAPA_v02	Documento de Comprovação
1058884913	16/10/2020 14:34	Resolucao_0458_2004	Documento de Comprovação
1235039978	03/11/2020 15:29	Petição	Petição
1235039981	03/11/2020 15:29	vale-ufmg-impugnação-quesitos-chamada25.031120	Petição
1235039984	03/11/2020 15:29	Resolucao_0458_2004	Documento de Comprovação

1235039986	03/11/2020 15:29	UFLA_VALE_Impugnacao_quesitos_chamada_25_ATs_MPMG_v02	Documento de Comprovação
1265694924	05/11/2020 14:19	Reenvio de Ofício	Certidão
1265694933	05/11/2020 14:19	5103732 Zimbra	Documento de Comprovação
1356329834	11/11/2020 17:38	Decisão	Decisão
1356329837	11/11/2020 17:38	QUESITOS CHAMADA 25 - 5103732-02.2020.8.13.0024	Decisão
1365284839	12/11/2020 10:25	Decisão	Intimação
1423134858	17/11/2020 12:12	E-MAIL BB	Juntada
1423134862	17/11/2020 12:12	5103732 e-mail BB	Juntada
1500619822	23/11/2020 11:28	Manifestação	Manifestação
1500619832	23/11/2020 11:28	MANIFESTAÇÃO TRANSFERÊNCIAS	Manifestação
1500619841	23/11/2020 11:28	DOC 1	Manifestação
1500704794	23/11/2020 11:28	APROVAÇÃO CHAMADA 25	Documento de Comprovação
1500704796	23/11/2020 11:28	OFÍCIO CHAMADA 25	Documento de Comprovação
1500704803	23/11/2020 11:28	CHAMADA 25 COMPROVANTE TRANSFERÊNCIA	Documento de Comprovação
1500704804	23/11/2020 11:28	OFÍCIO CHAMADA 12	Documento de Comprovação
1500704799	23/11/2020 11:28	CHAMADA 12 COMPROVANTE TRANSFERÊNCIA	Documento de Comprovação
1525075088	24/11/2020 14:58	MPMG-ACP 5103732-02.2020.8.13.0024 - ciente - 23NOV20	Manifestação da Promotoria
1604234852	30/11/2020 21:37	Manifestação da Defensoria Pública	Manifestação da Defensoria Pública
1610535001	01/12/2020 13:10	Petição	Petição
1732534877	11/12/2020 14:27	Despacho	Despacho
1732534881	11/12/2020 14:27	CIÊNCIA MANIFESTAÇÃO CTC - CHAMADA 25 - 5103732-02.2020.8.13.0024	Despacho
1739779803	11/12/2020 16:17	Despacho	Intimação
2353852543	29/01/2021 18:34	Manifestação	Manifestação
3050311552	09/04/2021 11:44	MPMG-Manifestacao 01-02-2021	Manifestação da Promotoria
3050311553	09/04/2021 11:44	MPMG-TAC Bombeiros	Manifestação da Promotoria
3050311554	09/04/2021 11:44	MPMG-TAC Defesa Civil Assinado SEI	Manifestação da Promotoria

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 25.



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 25**, previamente aprovada pelo juízo, tendo por objeto **“Análise de metais e metaloides em animais silvestres e domésticos da bacia do Rio Paraopeba”**.
2. Como se vê do Processo Seletivo juntado aos autos a **Chamada Pública Interna Induzida nº 25** chamou a comunidade acadêmica da UFMG para apresentação de propostas de Subprojetos até **01/07/2020**. Em **09/07/2020** 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 Clésia Cristina Nascentes do Departamento de Química do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Minas Gerais**. Encerrado o prazo para interposição de recursos, em **17/07/2020**, **decidiu-se pela recomendação da contratação** do Subprojeto apresentado pela **Professora Doutora Clésia Cristina Nascentes do Departamento de Química do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Minas Gerais**. O resultado final foi divulgado em **22/07/2020**.
3. O Subprojeto recomendado tem orçamento de **R\$1.980.906,04 (um milhão, novecentos e oitenta mil, novecentos e seis reais e quatro centavos)**. Ao valor

RECOMENDAÇÃO CHAMADA 2525 - Página 1 de 3



deve ser acrescido os serviços orçados pela FUNDEP em **R\$198.090,60 (cento e noventa e oito mil, noventa reais e sessenta 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\$2.178.996,64 (dois milhões, cento e setenta e oito mil, novecentos e noventa e seis reais e sessenta e quatro 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 25**, 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\$2.178.996,64 (dois milhões, cento e setenta e oito mil, novecentos e noventa e seis reais e sessenta e quatro centavos)**.

Pelo exposto, requer-se:

- a. **APROVAÇÃO DA PROPOSTA** de Subprojeto apresentado pela **Professora Doutora Clésia Cristina Nascentes 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\$2.178.996,64 (dois milhões, cento e setenta e oito mil, novecentos e noventa e seis reais e sessenta e quatro centavos)** dos valores à disposição do juízo para a **CONTA**



BANCÁRIA 960.635-1, 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, 27 de julho de 2020.



Fabiano Teodoro Lara

Coordenador do Comitê Técnico-Científico do
Projeto Brumadinho-UFMG



PROCESSO SELETIVO

CHAMADA 25



CHAMADA DIVULGADA



CHAMADA PÚBLICA INTERNA INDUZIDA No. 25/2020

DETERMINAÇÃO DE METAIS E METALÓIDES EM AMOSTRAS BIOLÓGICAS DE ANIMAIS SILVESTRES E DOMÉSTICOS NA BACIA DO RIO PARAPEBA

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

Análise de metais e metaloides em animais silvestres e domésticos da bacia do Rio Paraopeba.

3.1 OBJETIVO GERAL

Determinação da presença e concentração de metais e metaloides em amostras biológicas coletadas de animais silvestres e domésticos na bacia do Rio Paraopeba.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Desenvolvimento e validação de métodos de “varredura” para detecção (identificação) de metais e metaloides nas seguintes matrizes biológicas coletadas de animais silvestres e domésticos: pelos, penas, fezes, sangue, soro, leite, fígado, rim, musculo e conteúdo estomacal;
- b) Desenvolvimento e validação de métodos analíticos para quantificação de metais e metaloides nas seguintes matrizes biológicas coletadas de animais silvestres e domésticos: pelos, penas, fezes, sangue, soro, leite, fígado, rim, musculo e conteúdo estomacal;
- c) Determinação da presença e concentração de metais e metaloides nas matrizes biológicas coletadas de animais silvestres e domésticos (pelos, penas, fezes, sangue, soro, leite, fígado, rim, musculo e conteúdo estomacal) nas chamadas de coleta nº 5/2019, 6/2019 e 7/2019.
- d) Avaliar e estimar possíveis interferências da contaminação por metais e metaloides na vida de animais silvestres, na saúde dos animais domésticos e na saúde humana.

3.3 METODOLOGIA

A equipe executora deverá realizar a padronização, validação e determinação da presença e concentração de metais e metaloides 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.

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. Deve prever, também, os consumíveis (por exemplo, padrões, 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 deve demonstrar conhecimento de todas as etapas envolvidas na validação e execução de metodologias analíticas, além de outras atividades previstas para a execução do subprojeto.

Os equipamentos descritos na tabela 1 estarão disponíveis para utilização da equipe executora. Em face a disponibilidade de infraestrutura laboratorial, a aquisição de equipamentos na presente chamada não será prioritária, exceto em situações estritamente específicas para atenção do escopo da chamada, devendo ser tecnicamente justificada pela equipe proponente.

Tabela 1: equipamentos disponíveis no CRA-UFMG para padronização, validação e determinação da presença de metais e metaloides

Item	Equipamento	Especificação técnica
1	ICP-MS 8900 Agilent	G3665A-Agilent 8900 base, G7215C-ICP-MS workstation, G7215C-MassHunter software, 5185-5850-ICP-MS checkout, G3292A-PolyScience model6106T recirculating chiller, 5188-6524-PA tuning solution, CP17976-gas clean carrier gas filter, 8710-1709-cutter tube, G3270-65032- Aux gas line bulkhead connector, FREIGH-9-FREIGHT-9 FCA, SYS-IM-8900-E-ICPMS 8900 System enhanced, SYS-IM-8900-E OL4-Crosslab prev maintenance, SYS-IM-8900-E 8R4-CrossLab Silver
2	ICP OES	Espectrômetro de Emissão Óptica com Plasma Indutivamente Dual View - Agilent - Modelo 5110, G8015AA-Agilent 5110 VDV ICP OES, G8015AA-Additional ICP OES easy fit torch, G8015AA-semi-volatile sample intro kit, upgrade gas control module for oxygen addition,



		370051100-polypropylene tubes, 5042-4769-drainage tank, 5190-7001-calibration solution, 5190-8715-mineral oil blank, 6610011800 rinse reservoir, 6610030100-bottle ICPOES wavecal soln, G3292A-polyscience model 6106T, recirculating chillers, G8010-60271-ICP single pass Helix+Ball
3	DMA-80 Evo - Milestone	Analizador direto de mercúrio modelo DMA-80 EVO TriCell
4	TXRF- Bruker	Espectrômetro por fluorescência de Raios-X de Reflexão total (TXRF), Bruker, modelo S4 T-Star, Versão S4 400
5	Cromatografia de íons	Sistema de cromatografia de íons, ICS-integrion e ICS-aquion, thermo scientific, configurado para análise de anions e cations
6	MC-ICP-MS Thermo Scientific	Neptune Plus Multicollector ICP Mass Spectrometer System
7	Analizador elementar para CHNSO	EA3000 (CHNS) (O) TIC/TOC.
8	HPLC Agilent modelo HPLC 1260 Infinity II	G7111A-1260 Infinity II Quaternary pump VL, maximum pressure 400bar, HPLC System tool kit, Agilent Lab advisor advanced software, active seal wash, active inlet valve, Agilent porohell 120EC-C18, G7129A-1260 Infinity vialsampler for use up600bar, standard drawer, CP17976-gas clean carrier gas filter, 8710-1709-cutter,tube, G3270-65035-stainless steel tubing, G3268-80001-Cr speciation column for drinking water, 827975-902-SB-C18,600bar, G3154B-As speciation kit, column, G3154B-guard column, G7116A-multicolumn thermostat, G1833-65200-connection kit
9	Forno de Microondas	EthosUP - Forno Micro-ondas para digestão de amostras com capacidade produtiva de até 15 frascos simultaneamente em alta pressão e 44 frascos simultaneamente em média pressão
10	Microondas para sedimentos/solos 2 unidades	Microondas MARS in touch 6+ (CEM)
11	Sistema de purificação de ácidos	SubCLEAN PTFE Sistema de destilação de ácidos com uma unidade subboiling.
12	Sistema de purificação de ácidos	Sistema de destilação de ácido DuoPUR de quartzo com duas unidades subboiling.
13	Sistema para descontaminação de vidraria	sistema de limpeza pro vapor ácido TraceCLEAN - Milestone



14	Sistema SPE off line	Sistema automático de SPE, amostras com grande volume, modelo GX-274 ASPEC, marca Gilson.
15	Concentrador de amostra/Evaporador	Concentrador evaporativo rotativo a vácuo modelo RVC 2-33 CDplus da marca Christ
16	Banho ultrassônico	modelo EASY 30 H, marca Elma 2,75L
17	Bloco digestor	Digiblock
18	3 Balanças analíticas	Balanças analíticas Mettler Toledo (2 de 5 casas e uma de 4 casas)
19	2 Sistema de purificação de água	Ultrapurificador de água MilliQ Merck
20	Moinho criogênico	Marconi
21	Capela de fluxo laminar 2	Modelo Beta classe 2 tipo A1
22	liofilizador	Liofilizador de bancada, modelo Alpha 2-4 LDplus da marca Christ
23	sala limpa	Orçada sob medida
24	nobreak	4 módulos de 50 KVa, 30 min de autonomia
25	Extrator acelerado por solvente	Thermoscientific
26	2 Centrífugas tubos de 15 mL e 50 mL	Centrífuga de bancada ventilada modelo Universal 320, da marca Hettich
27	2 Centrífugas para microtubos	Microcentrífuga de bancada, modelo Mikro 185, marca Hettich
28	Turbidímetro de bancada	Turb TL 2300 (0 4000 NTU) marca Hach Lab Instrument LPV4449000210
29	Kit medidor de bancada	Medidor pH/conductividade, Orion Star A215, marca Thermo. Cod. STARA2155
30	Container para armazenamento de nitrogênio líquido	Container para armazenamento de nitrogênio para congelar amostras antes da liofilização

O CRA-UFMG conta com equipe técnica especializada que dará suporte a equipe executora do subprojeto no treinamento de preparo de amostras, da operação dos equipamentos e análise dos resultados. Além disso, a equipe supramencionada realizará a supervisão da utilização de toda a



infraestrutura do CRA-UFMG. A execução de todos as etapas dos ensaios e análises dos resultados **será de total e exclusiva responsabilidade da equipe executora do subprojeto.**

Após a recomendação do projeto pelo Comitê, o Coordenador do Subprojeto deve 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.

Para a determinação da presença e concentração de metais e metaloides nas amostras coletadas (pelos, penas, fezes, sangue, soro, leite, fígado, rim, musculo e conteúdo estomacal) de animais domésticos e silvestres, deverá ser realizada a padronização e validação de métodos analíticos de acordo com o Manual de Garantia da Qualidade Analítica em Resíduos e Contaminante de Alimentos-MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento-MAPA, Brasília, 2011, ISBN 978-85-7991-055-5) ou manuais equivalentes reconhecidos e utilizados internacionalmente. Deverá ser produzido relatório de validação e desempenho para os métodos desenvolvidos para cada elemento de acordo com as matrizes supramencionadas. Os relatórios de validação deverão claramente determinar quais matrizes biológicas conferirão melhor sensibilidade e especificidade analíticos para determinação da presença e concentração de metais e metaloides no animais silvestres e domésticos, a fim de conferir segurança na escolha da matriz prioritária a ser analisada em cada animal e para evitar redundância e dispêndio desnecessário de recursos. Os relatórios de validação deverão ser enviados para análise e parecer do CTC previamente a análise das amostras

Em face ao grande número de amostras a serem analisadas para algumas matrizes biológicas será facultado à equipe executora a validação da realização de pool de amostras. O relatório da validação do pool deve demonstrar claramente, que esse não ocasionará perda de sensibilidade e especificidade analíticas dos ensaios.

Após o desenvolvimento e validação dos métodos, a presença e concentração de metais e metaloides deverá ser avaliada nas amostras de pelos, penas, fezes, sangue, soro, leite, fígado, rim, musculo e conteúdo estomacal coletadas de animais domésticos e silvestres nas chamadas de coleta. Na tabela 2 são apresentados **o numero estimado** de animais que serão submetidos a coleta de espécimens biológicas nas chamadas de coleta.

A entrega das amostras a serem analisadas será realizada por membro designado pelo CTC. As análises deverão poderão ser acompanhadas por membro do Comitê e/ou representantes das partes. As análises deverão realizadas sob sistema de gestão da qualidade equivalente aos critérios e determinações descritos na norma ISO 17.025.



Tabela 2: nº da chamada, número estimado de animais coletados, tipo de animal e espécimens biológicas coletadas.

Chamada	Nº estimado de animais	Tipo de animal	Espécimens biológicos coletados
05/2019	125	Animais Silvestres	Pelos, penas, sangue, soro, leite e fezes
06/2020	900	Animais Silvestres e Domésticos	Fígado, rim, músculo e conteúdo estomacal
07/2020	11194	Animais Domésticos	Pelos, sangue, soro, leite e fezes
Total	12219	---	---

No sentido de favorecer a interdisciplinaridade dos subprojetos que compõem o Projeto Brumadinho a proposta deve especificar pelo menos 1 (uma) área de interface com a qual possa ser estabelecida um diálogo interdisciplinar entre resultados e/ou coleta de dados.

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.

Os Subprojetos que contemplarem análises laboratoriais deverão 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\$ 2.082.000,00.**



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.

- a) Relatório do desenvolvimento e validação do ensaios de detecção e quantificação de metais e metaloides para cada analito e matriz biológica analisada.
- b) Relatório técnico descrevendo a detecção e concentração de metais e metaloides nos espécimens biológicos de animais silvestres e domésticos analisados. Esse deve ser substanciado e descrever se os níveis de metais e metaloides encontrados estão acima do normal e conferem risco aos animais e as pessoas que fizerem a ingestão dos produtos de origem animal (leite, carne etc.), oriundos desses.
- c) Relatório com os resultados consolidados para a equipe do CTC e as partes interessadas, em linguagem de texto e/ou de imagem, e/ou som adequada a públicos não especializados.

3.6 PRAZOS

O prazo para execução das atividades que são objetos desta chamada é de **10 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 projetobrumadinhoufmg@ufmg.br, conforme cronograma descrito no quadro abaixo.

CRONOGRAMA	
APRESENTAÇÃO DE PROPOSTAS	Até 01/07/2020
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. XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX** 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





OFÍCIO DE ANUÊNCIA

Em atendimento às ações de prevenção e enfrentamento do novo coronavírus e, com o objetivo de reduzir a tramitação de documentos impressos, a Chefia do Departamento de Química/ICEx aprova, por meio desse ofício, o processo relativo ao projeto de prestação de serviços intitulado “DETERMINAÇÃO DE METAIS E METALÓIDES EM AMOSTRAS BIOLÓGICAS DE ANIMAIS SILVESTRES E DOMÉSTICOS NA BACIA DO RIO PARAÓPEBA” Departamento de Química - Instituto de Ciências Exatas”, de interesse da professora Clésia Cristina Nascentes, matrícula UFMG 182478. De acordo com a necessidade de cada processo, o documento original poderá ser, eventualmente, assinado, no retorno das atividades presenciais na Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG.

Belo Horizonte, 01 de julho de 2020.

Prof. Ruben Dario Sinisterra Millán
Chefe do Departamento de Química
Instituto de Ciências Exatas
Universidade Federal de Minas Gerais




PRESTAÇÃO DE SERVIÇO - DETERMINAÇÃO DE METAIS E METALÓIDES EM AMOSTRAS BIOLÓGICAS DE ANIMAIS SILVESTRES E DOMÉSTICOS NA BACIA DO RIO PARAÓPEBA
Registro

-

Revisão

30/06/2020

Status

Aguardando aprovação

Título

DETERMINAÇÃO DE METAIS E METALÓIDES EM AMOSTRAS BIOLÓGICAS DE ANIMAIS SILVESTRES E DOMÉSTICOS NA BACIA DO RIO PARAÓPEBA

Data de início

01/10/2020

Previsão de término

30/09/2021

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

Exames e Laudos Técnicos

Subcaracterização

Laudos Técnicos

Programa vinculado

SEM VÍNCULO

Projeto vinculado

SEM VÍNCULO

Principal Área Temática de Extensão

Meio Ambiente

Área Temática de Extensão Afim

Saúde

Linha de Extensão

Questões Ambientais

Grande Área do Conhecimento

Ciências Exatas e da Terra

Palavras-chave

metais e metalóides; animais silvestres, animais domésticos, amostras biológicas, preparo de amostras, TXRF, ICP-MS

DESCRIÇÃO**Apresentação e justificativa**

PRESTAÇÃO DE SERVIÇO - DETERMINAÇÃO DE METAIS E METALÓIDES EM AMOSTRAS BIOLÓGICAS DE ANIMAIS SILVESTRES E DOMÉSTICOS NA BACIA DO RIO PARAÓPEBA

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 Paraopeba. Dentre os vários impactos resultantes deste desastre, destaca-se nesse projeto os danos causados à animais silvestres e domésticos da região atingida. O espalhamento da lama causou, inicialmente, a morte de inúmeros animais terrestres e aquáticos. Além disso, a dispersão do rejeito ao longo da bacia do Rio Paraopeba, pode resultar na contaminação de água, sedimentos, solo, material particulado, plantas e animais. Ainda de acordo com a publicação do SISEMA, os impactos sobre a fauna e seus habitats ainda não foram definidos e os danos causados a médio e longo prazo ainda não podem ser estimados. Neste contexto, surge uma grande preocupação pois, considerando as características do rejeito, contaminantes como metais e metalóides podem ter sido inseridos nos diversos compartimentos ambientais. Vale ressaltar que esses elementos estão entre os contaminantes mais persistentes no meio ambiente, pois não podem ser decompostos e sofrem bioacumulação e biomagnificação na cadeia trófica. A determinação destes metais e metalóides em amostras biológicas é importante devido à toxicidade que apresentam para animais. Os resultados dessas análises químicas podem corroborar observações histopatológicas e assim, estabelecer relações causa/efeito. As informações serão úteis também para avaliar riscos de exposição da população, pelo consumo de produtos de origem animal contaminados.

Objetivos gerais

Determinação da presença e concentração de metais e metalóides em amostras biológicas coletadas de animais silvestres e domésticos na bacia do Rio Paraopeba.

Objetivos específicos

- Desenvolvimento e validação de métodos de varredura para detecção (identificação) de metais e metalóides nas seguintes matrizes biológicas coletadas de animais silvestres e domésticos: pelos, penas e fígado,
- Desenvolvimento e validação de métodos analíticos para quantificação de metais e metalóides nas seguintes matrizes biológicas coletadas de animais silvestres e domésticos: pelos, penas, fezes, sangue, soro, leite, fígado, rim e músculo.
- Determinação da presença e concentração de metais e metalóides nas matrizes biológicas coletadas de animais silvestres e domésticos (pelos, penas, fezes, sangue, soro, leite, fígado, rim e músculo) nas chamadas de coleta nº 5/2019, 6/2019 e 7/2019.
- Avaliar e estimar possíveis interferências da contaminação por metais e metalóides na vida de animais silvestres, na saúde dos animais domésticos e na saúde humana.

Metodologia

Considerando o grande número de amostras e o curto tempo disponível para execução, a equipe propõe as estratégias:

I Amostrando de animais silvestres vivos (125): Como a diversidade de animais deve ser maior serão analisados sangue (exposição recente) e pelos ou penas (exposição prolongada) de todos os animais. Os métodos quantitativos (diluição para sangue e digestão ácida para pelos ou penas, com posterior análise por ICP-MS) serão utilizados. As outras matrizes (soro, leite e fezes) poderão ser analisadas para os animais que apresentarem níveis tóxicos de algum elemento no sangue ou penas/pelo.

II Amostras coletadas a partir de animais silvestres e domésticos, post-mortem (900): as amostras de fígado de todos os animais serão submetidas ao método de varredura por TXRF. As amostras que apresentarem valores significativos/anormais de algum dos elementos avaliados serão analisadas pelo método quantitativo. Caso na análise quantitativa do fígado se verifique níveis elevados de algum elemento, as outras matrizes (rim e músculo) também serão analisadas.

III Animais domésticos (11194) Os animais domésticos são divididos em 425 animais de companhia (cães e gatos e 10769 animais de produção (bovinos, equinos, suínos, caprinos e ovinos).

III.a. Animais de companhia - Neste caso, é importante que as amostras de todos os animais sejam analisadas, pois as fontes de exposição podem ser diferentes. As amostras de sangue serão submetidas ao método quantitativo (diluição e análise por ICP-MS) e as de pelo serão submetidas ao método de varredura por TXRF. As amostras de pelo que apresentarem níveis anormais dos analitos, serão analisadas pelo método quantitativo (digestão ácida e ICP-MS).

III.b. Animais de produção (10769 animais) - As amostras dos animais de produção serão coletadas em diferentes propriedades, sendo que o número de animais/propriedade depende do tamanho do rebanho. Considerando a inviabilidade de analisar todas as amostras (por limitações de tempo, custo e equipamentos) e que animais de mesma espécie e mesma propriedade devem estar sujeitos as mesmas fontes de exposição, sugere-se inicialmente realizar um pool entre amostras coletadas de uma mesma propriedade. O pool será realizado com no máximo 10 amostras (sempre de uma mesma propriedade), em quantidades iguais. Por exemplo, para compor um pool de amostras de sangue, serão misturados 100 uL de 10 diferentes amostras (perfazendo 1,0 mL), que será homogeneizado em vortex e encaminhado para análise por ICP-MS. A mesma estratégia será utilizada para amostras de pelo, mas nesse caso a mistura será feita em massa. Quando a análise do pool indicar concentrações anormais dos analitos, todas as amostras que compuseram o pool serão analisadas pelo método quantitativo. As análises dos pools de sangue serão realizadas pelo método quantitativo (diluição e análise por ICP-MS) e das amostras de pelo por extração e TXRF (método de varredura).

Forma de avaliação da ação de Extensão

Os resultados das análises serão avaliados criticamente e reportados na forma de relatórios que auxiliarão na avaliação do impacto ambiental da região de Brumadinho e bacia do Rio Paraopeba.

Site

<https://www2.ufmg.br/proex/Fomento/Projeto-Brumadinho-UFMG>



PRESTAÇÃO DE SERVIÇO - DETERMINAÇÃO DE METAIS E METALÓIDES EM AMOSTRAS BIOLÓGICAS DE ANIMAIS SILVESTRES E DOMÉSTICOS NA BACIA DO RIO PARAÓPEBA
Origem do público-alvo

Interno e Externo

Caracterização do público-alvo

Internamente, o projeto atenderá interesses institucionais e externamente, o projeto atenderá a população de Brumadinho e demais localidades da bacia do rio Paraobeba que foram atingidas pelo rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão.

Captação por edital de fomento

Sim

Articulado com política pública

Sim

ESTUDANTES MEMBROS DA EQUIPE
Plano de atividades

Estudantes de graduação, mestrado e doutorado.

Dentro do possível, os bolsistas envolvidos na equipe executora participarão de todas as etapas do projeto, respeitando seus respectivos níveis de formação e cargas horárias para dedicação.

Todos os bolsistas realizarão atividades comuns típicas da rotina de um laboratório e do projeto proposto, dentre elas:

- limpeza de materiais, preparo de soluções, planejamento e preparo de materiais para realização dos experimentos;
- preparo de amostras (moagem, digestão e diluição);
- treinamento, calibração, manutenção e operação de equipamentos, como por exemplo pHmetros, TXRF, ICP-MS;
- realização dos estudos de screening e validação dos métodos quantitativos
- tratamento de dados e apresentação de resultados para confecção de relatórios parciais e final;
- reuniões quinzenais com a equipe do projeto

Plano de acompanhamento e orientação

Os professores envolvidos no projeto serão responsáveis pela orientação e acompanhamento dos bolsistas, auxiliando para que todas as etapas propostas sejam cumpridas no prazo estabelecido.

Processo de avaliação

Além disso, a avaliação dos bolsistas será realizada por monitoramento direto da participação de cada um no laboratório, resultados apresentados e assiduidade. A partir disso, ao término do projeto, os orientadores irão emitir um parecer sobre a atuação de cada bolsista durante o período de execução do trabalho.

INFORMAÇÕES ESPECÍFICAS
Infra-estrutura física

As atividades previstas no presente projeto serão realizadas nos laboratórios do Centro de Referência em Análises Ambientais da UFMG, localizado no Departamento de Química. Parte da infra-estrutura necessária será adquirida com recursos do projeto proposto.

Vínculo com Ensino

Sim

Vínculo com Pesquisa

Sim

Público estimado

1.000

INFORMAÇÕES ADICIONAIS
Informações adicionais

Esse projeto será submetido ao CTC-Brumadinho, dentro da Chamada 25.

EXECUÇÕES

Data Início

Data Término

EQUIPE

Participação	Nome	Telefone	E-mail	Unidade	Departamento/ Curso/Setor	Período
Coordenador	CLESIA CRISTINA NASCENTES		cnascentes@ufmg.br cnascentes@ufmg.br	INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS	Departamento de Química	- a -
Bolsista(Outras)	ANA GABRIELLA		anagmigueta@ufmg.br	-	QUÍMICA/D	01/10/2020 a



PRESTAÇÃO DE SERVIÇO - DETERMINAÇÃO DE METAIS E METALÓIDES EM AMOSTRAS BIOLÓGICAS DE ANIMAIS SILVESTRES E DOMÉSTICOS NA BACIA DO RIO PARAÓPEBA

	CARVALHO MIGUITA		anagmiguita@hotmail.com			30/09/2021
Bolsista(Outras)	GUSTAVO GONZAGA MONTEIRO ELYSEU		gelyseu@ufmg.br	-	QUÍMICA	01/10/2020 a 30/09/2021
Bolsista(Outras)	GIOVANI DUARTE LANZA		giovanilanza@ufmg.br	-	QUÍMICA	01/10/2020 a 30/09/2021
Bolsista(Outras)	AMANDA CRISTINA SOARES COELHO		amandacsoelho@ufmg.br amandacsoaresc@gmail.com	-	QUÍMICA/M	01/10/2020 a 30/09/2021
Bolsista(Outras)	CASSIANO LINDOS SANTOS COSTA		cassianolino@ufmg.br cassianolino@yahoo.com.br	-	QUÍMICA/D	01/10/2020 a 30/09/2021
Participante	ELIONAI CASSIANA DE LIMA GOMES		lili-farmacia@ufmg.br lili_farmacia@yahoo.com.br	INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS	Departamento de Química	01/10/2020 a 30/09/2021
Participante	GUILHERME DIAS RODRIGUES		guilhermedr@ufmg.br guilherme.ufmg@yahoo.com.br	INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS	Departamento de Química	01/10/2020 a 30/09/2021
Participante	MARCELO MARTINS DE SENA		marcsen@qui.ufmg.br marcsen2000@yahoo.com.br	INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS	Departamento de Química	01/10/2020 a 30/09/2021
Participante	MARIA JOSE NUNES DE PAIVA		mariapaiva@farmacia.ufmg.br mjnpaiva@yahoo.com.br	FACULDADE DE FARMÁCIA	Colegiado de Graduação em Biomedicina	01/10/2020 a 30/09/2021
Participante	ÍGOR FORATTINI PRATES CARVALHAIS NORONHA		igorfpcn@ufmg.br igorforattini@gmail.com	-	QUÍMICA/D	01/10/2020 a 30/09/2021

PARCERIAS

CNPJ	Nome	Caracterização	Tipo
ABRANGÊNCIAS			
Nome	Estado	Município	CEP
Bacia do Rio Paraopeba	Minas Gerais	Brumadinho	





PROJETO BRUMADINHO-UFMG

CHAMADA PÚBLICA INTERNA INDUZIDA Nº 25/2020

DETERMINAÇÃO DE METAIS E METALÓIDES EM AMOSTRAS BIOLÓGICAS DE ANIMAIS SILVESTRES E DOMÉSTICOS NA BACIA DO RIO PARAÓPEBA

Coordenadora: Profa. Clésia Cristina Nascentes
Departamento de Química - Instituto de Ciências Exatas

Belo Horizonte, 30 de junho de 2020.



INTRODUÇÃO

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 Paraopeba [CTC-Projeto Brumadinho-UFMG, 2020].

Dentre os vários impactos resultantes deste desastre, destaca-se nesse projeto os danos causados à animais silvestres e domésticos da região atingida. O espalhamento da lama causou, inicialmente, a morte de inúmeros animais terrestres e aquáticos. De acordo com informações publicadas um ano após o rompimento pelos órgãos estaduais, a área total ocupada pelos rejeitos, que vai desde a barragem até o encontro com o Rio Paraopeba, foi de 292,27 hectares. Deste total, a área da vegetação impactada representa 150,07 hectares. Além disso, na Área de Proteção Ambiental (APA) Sul foram impactados 10,68 hectares e também parte da zona de amortecimento do Parque Estadual da Serra do Rola Moça, totalizando 225,20 hectares. Com relação à fauna, foram encontradas 348 carcaças de animais silvestres terrestres e 420 de animais domésticos, sendo 47 não identificadas. Dentre os animais aquáticos foram encontradas 3404 carcaças de peixes, sendo 3040 nativos, 230 exóticos e 134 carcaças não identificadas. Muitos animais silvestres e domésticos foram resgatados com vida e alguns vieram a óbito posteriormente [SEMAD, 2020].

Além disso, a dispersão dos rejeitos nos diversos compartimentos ambientais (águas, sedimentos, solos, plantas e ar) da região resultaram no aumento das concentrações de contaminantes ambientais (CA), que são substâncias introduzidas no ambiente, acidentalmente ou deliberadamente, por fontes naturais ou atividades antropogênicas e que tem potencial para causar danos às pessoas, animais selvagens, animais domésticos e plantas [Environmental Contaminants, 2018].

Ainda de acordo com a publicação da SEMAD, os impactos sobre a fauna e seus habitats ainda não foram definidos e os danos causados a médio e longo prazo ainda não podem ser estimados [SEMAD, 2020]. De acordo com a Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 64 propriedades rurais situadas ao longo do Rio Paraopeba em 20 municípios atingidos foram monitoradas, sendo coletadas



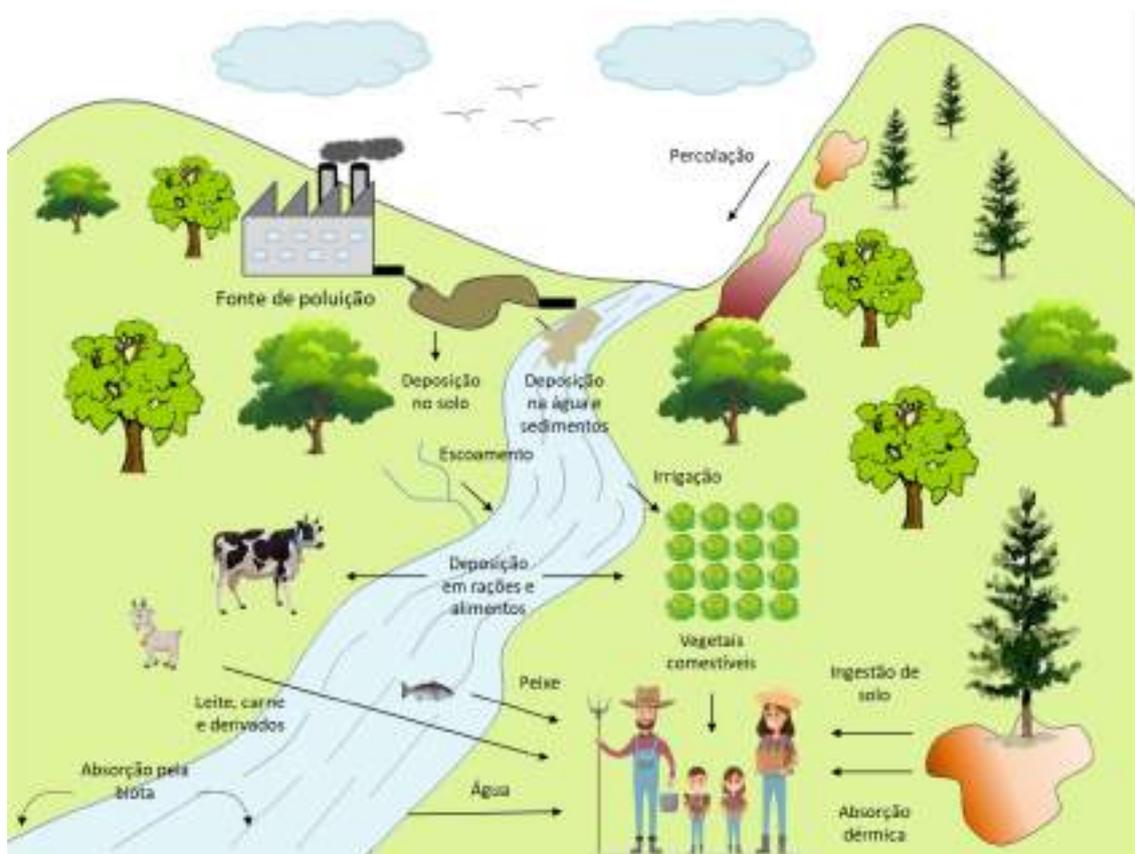
amostras de sangue, urina e leite de bovinos, além de amostras de água utilizadas para dessedentação dos animais que vivem nesses locais. Entretanto os resultados das análises ainda não haviam sido entregues à Secretaria [Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2020]. Não foram encontradas informações sobre a avaliação de outros animais como porcos, ovinos, etc.

Neste contexto, surge uma grande preocupação, pois, considerando as características do rejeito, contaminantes como metais e metalóides podem ter sido inseridos nos diversos compartimentos ambientais. Vale ressaltar que esses elementos estão entre os contaminantes mais persistentes no meio ambiente, pois não podem ser decompostos [Green et al. 2014] e sofrem bioacumulação e biomagnificação na cadeia trófica. A bioacumulação se refere ao acúmulo de uma substância tóxica nos tecidos de um organismo particular e a biomagnificação é o aumento progressivo na concentração de uma substância tóxica de um nível trófico para outro na cadeia alimentar [Ali & Khan, 2019]. A bioacumulação pode resultar em toxicidade crônica, onde a exposição contínua de organismos vivos à pequenas quantidades dos elementos tóxicos podem causar danos à saúde, resultando por exemplo em problemas neurológicos e reprodutivos [Lehner et al., 2013]. A biomagnificação aumenta a exposição da população local que se alimenta de carnes e vegetais produzidos em regiões contaminadas e estende essa exposição para pessoas de outras localidades, que podem consumir esses produtos alimentícios contaminados.

Animais e humanos podem ser expostos à contaminantes ambientais presentes no ar, água e alimentos por meio de múltiplas rotas incluindo oral, dérmica e pulmonar (Figura 1), resultando em toxicidade crônica. Em termos práticos, a toxicidade crônica pode ser mais grave, pois muitas vezes os sintomas não são diretamente associados com a fonte de exposição. Desta forma, a fonte de exposição não é removida e após meses ou anos de exposição podem surgir doenças como câncer, problemas neurológicos, infertilidade, dentre outros.



Figura 1 – Possíveis rotas de exposição ambiental de plantas, animais e humanos a partir de uma fonte de poluição. Adaptado de Paustenbach, 2001.



Desta forma, a determinação de metais e metaloides em tecidos e fluidos de animais da região impactada pelo rompimento da Barragem B1 pode auxiliar na avaliação do grau de exposição e contaminação da fauna terrestre. Diversos trabalhos na literatura reportam diferenças nas concentrações de metais tóxicos entre grupos de animais expostos e não expostos à contaminantes ambientais e relatam os efeitos destes toxicantes no organismo [Green et al., 2014; Reis et al., 2010; De Francisco et al., 2003]. A seguir são apresentadas informações a respeito da toxicidade para animais dos principais metais e metaloides encontrados em rejeitos da mineração de ferro.

a) **Alumínio** – toxicidade aguda de Al em animais é rara, mas exposições crônicas podem causar vários efeitos tóxicos. O Al atravessa facilmente a barreira hematoencefálica e a barreira placentária, e por isso pode apresentar neurotoxicidade e a alterações no desenvolvimento embrionário. Os efeitos tóxicos do Al dependem do órgão alvo e podem estar relacionados com a deposição ou substituição de elementos com funções fisiológicas com cálcio, magnésio e ferro. Alterações causadas



por Al podem ocorrer: (1) nos ossos, interferindo na síntese do grupo heme e levando à anemia, (2) no miocárdio, podendo causar um infarto do miocárdio e (3) no cérebro, com efeitos neurotóxicos. Al pode ser medido no sangue, urina, fezes e pelos, mas somente a análise da urina pode indicar se ocorreu uma exposição recente a níveis altos de alumínio. Elevadas concentrações de Al nos ossos, fígado e baço refletem bioacumulação [Yokel, 1997].

b) **Arsênio** – é um elemento tóxico e diferentes espécies químicas estão relacionadas com doenças específicas. As espécies inorgânicas e orgânicas de arsênio trivalente causam problemas no trato gastrointestinal. Os compostos orgânicos de arsênio pentavalente causam uma síndrome neurológica. Uma vez que esses compostos são absorvidos, a distribuição é feita através do sangue para todos os órgãos do corpo. O arsênio se acumula inicialmente no fígado e é distribuído lentamente para os outros tecidos. O baço, os rins e os pulmões são capazes de acumular grandes quantidades de As. Alguns trabalhos com macacos e hamsters demonstraram que As pode atravessar a barreira placentária [Garland, 2007]. Em casos de exposição crônica, As pode ser estocado nos ossos, na pele e em outros tecidos queratinizados como cabelos, unhas e cascos [Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 1990].

c) **Chumbo** – é um elemento tóxico que interfere em vários processos bioquímicos no corpo, ligando-se ao sulfidril e a outros grupos funcionais nucleofílicos, causando inibição de várias enzimas e alterações no metabolismo do cálcio / vitamina D. O Pb também contribui para o estresse oxidativo e interfere na rota sintética do grupo heme. A absorção de chumbo pelo trato gastrointestinal depende muito do tipo de animal, idade e dieta. Dietas ricas em gordura e deficientes em minerais (Ca, Zn, Fe) podem aumentar a absorção de Pb em 7 e 20 vezes, respectivamente. Animais jovens absorvem cerca de 90% do Pb a partir do trato gastrointestinal, sendo mais susceptíveis à intoxicação que animais adultos [Thompson, 2007]. O Pb é amplamente distribuído no corpo e pode atravessar a barreira hematoencefálica [Seimiya et al., 1991]. Nos tecidos moles, o chumbo se acumula por interagir com várias proteínas e com a metalotioneína, e se acumula também nos ossos, que serve como um reservatório relativamente inerte de chumbo no corpo, de onde pode ser liberado durante os períodos de gestação e lactação ou desmineralização dos ossos [De Francisco et al, 2003]. A taxa de excreção de Pb nas fezes e urina é muito baixa. Os principais danos do Pb no organismo são nos sistemas neurológico e hematológico. Equinos são mais susceptíveis a intoxicação crônica por Pb que bovinos.



d) **Cobre** – é um elemento essencial em baixas concentrações. Intoxicações agudas causam irritação gastrointestinal e pode causar erosão da mucosa. Intoxicações crônicas em ovinos são causadas pela inabilidade das ovelhas em aumentar a excreção biliar de cobre quando ocorre uma maior ingestão. O cobre então pode acumular-se no fígado, inicialmente sem causar sintomas [Bremner, 1998]. Se o acúmulo persistir, o animal pode desenvolver necrose hepática. O acúmulo de Cu pode ocorrer também nos rins, comprometendo o funcionamento desse órgão. Bovinos e cães também são afetados por intoxicações crônicas de cobre [Du *et al.*, 1996].

e) **Cromo** - é um elemento essencial em níveis traço e desempenha funções em processos metabólicos incluindo o metabolismo da glicose, lipídeos e aminoácidos. O cromo hexavalente é mais tóxico que a forma trivalente, uma vez que Cr(VI) entra nas células mais facilmente que Cr(III) e é, eventualmente, reduzido para Cr(III) [Jaishankar *et al.* 2014]. Intoxicações crônicas por cromo têm sido associadas com gastroenterite e dermatite. O Cr pode acumular nos testículos [Marouani *et al.*, 2012], e um estudo de Wise e colaboradores [Wise *et al.*, 2015] mostra que a exposição ao cromo [Cr(VI)] é citotóxica e genotóxica para fibroblastos de testículos de mamíferos. Estudos em humanos mostraram exposição crônica ao Cr(VI) correlaciona-se com a diminuição da aptidão e mobilidade espermática [Li *et al.*, 2001], embora o mecanismo definitivo não tenha sido elucidado. Assim, esses dados sugerem que a exposição ao Cr(VI) pode causar disfunção reprodutiva em mamíferos.

e) **Ferro** – é um elemento essencial para animais e plantas e funciona como carreador de oxigênio na hemoglobina/mioglobina. Está envolvido em vários processos biológicos em reações de oxidação-redução, incluindo a fotossíntese. O excesso de ferro pode causar sobrecarga de ferro e danos aos órgãos, enquanto a oxidação do Fe(II) à Fe(III) na hemoglobina resulta em metemoglobinemia e incapacidade dos glóbulos vermelhos de transportar o oxigênio [Hooser, 2007]. Existem muitas evidências de que depósitos excessivos de ferro no cérebro e alterações no metabolismo do ferro desempenham um papel importante em doenças neurodegenerativas [Connor *et al.*, 1995; Lan e Jiang, 1997; Fredriksson *et al.*, 1999; Dal-Pizzol *et al.*, 2001]. Hemossiderose e hemocromatose têm sido relatadas em várias espécies diferentes de animais. Hemocromatose é o acúmulo patológico de ferro nos tecidos, enquanto hemossiderose é o acúmulo não patológico de ferro. Nas aves, o acúmulo de ferro tem sido relatado em aves silvestres como mynah, tucano e quetzal. Os sintomas clínicos são dispneia, insuficiência hepática e em alguns casos morte [Hooser, 2007].



f) **Manganês** – é um elemento essencial e de baixa toxicidade, que desempenha um importante papel no metabolismo de lipídios em animais [Reis *et al.*, 2010]. Porém, seu consumo excessivo pode causar envenenamento e não deve ser ingerido em doses superiores a 1.000 mg/kg para bovinos e ovinos e 400 mg/kg em equinos e suínos [Reis *et al.* 2010]. Apresenta efeitos mais deletérios por via oral, apesar de que a inalação de poeira contendo óxidos de manganês (MnO_2 e MnO_4) pode levar à inflamação do pulmão e facilitar o surgimento de infecções pulmonares em animais [Willians M. & Peter, 2012]. Exposição ao Mn altera as funções cardíacas, inibindo a contração do miocárdio, dilatando os vasos sanguíneos e reduzindo a pressão arterial [O'Neal & Zheng, 2015]. Absorção oral de duração intermediária podem causar danos à reprodução e em doses muito elevadas pode causar efeitos neurocomportamentais em ratos [Willians M. & Peter, 2012]. Os distúrbios neurológicos estão relacionados à diminuição da liberação de dopamina e promovem a redução da pigmentação da massa cinzenta [Reis *et al.* 2010]. Outros sintomas relacionados à exposição por Mn são a redução do crescimento e ganho de peso de animais, anemia, lesões gastrointestinais e aumento de ésteres e triglicerídeos no sangue [Reis *et al.* 2010]. O Mn apresenta baixo tempo de meia-vida no sangue, não acumula em órgãos como coração, rins e músculos, tem uma excreção preferencial pelas fezes após ser metabolizado no fígado e eliminado pela vesícula biliar e se acumula no fígado e ossos [O'Neal & Zheng, 2015, Reis *et al.*, 2010]. Portanto, amostras de sangue, urina, músculos e rins não são adequadas para avaliação de contaminação por Mn, sendo neste caso utilizadas amostras de fígado [O'Neal & Zheng, 2015, Reis *et al.*, 2010].

g) **Mercúrio** – é um elemento altamente tóxico, sendo liberado ao meio ambiente na sua forma elementar ou inorgânica, onde é posteriormente convertido a sua forma orgânica predominante de metilmercúrio (MeHg) por ação de bactérias redutoras de sulfato e ferro [Bampidis *et al.*, 2013, Basri *et al.*, 2017, Evers, 2018]. Sua toxicidade e toxicocinética são altamente dependentes da espécie que se encontra esse elemento [Bampidis *et al.*, 2013]. Por exemplo, a espécie elementar (Hg^0) é preferencialmente absorvida por vias aéreas (80%), enquanto as inorgânicas são pouco absorvidas (10-30%) por via oral e o MeHg é altamente absorvido (>80%) no sistema gastrointestinal [Bampidis *et al.*, 2013]. Bem como, após absorção o Hg^0 é oxidado na corrente sanguínea a $Hg(II)$, o qual se acumula principalmente nos rins e em menor extensão no fígado, sendo excretado pela urina ou pelas fezes [Bampidis *et al.*, 2013]. Entretanto, a taxa de conversão de MeHg a $Hg(II)$ é baixa nos glóbulos vermelhos e em diversos tecidos, o que leva a sua bioacumulação, especialmente nos rins e conseqüentemente a sua biomagnificação através da cadeia alimentar [Bampidis *et al.*, 2013, Basri *et al.*, 2017, Evers, 2018]. A excreção do MeHg não é eficiente, uma



vez que é eliminado através na bile, mas é reabsorvido no intestino, o que leva a circulação entero-hepática do MeHg [Bampidis *et al.*, 2013]. Dentre todas as espécies, o MeHg tem a capacidade de atravessar a barreira hematoencefálica e placentária, causando sérios danos ao cérebro e embriões como observado em bezerros com polioencefalomalácia (apatia, descoordenação, cegueira progressiva e convulsões) [Bampidis *et al.*, 2013]. Os gatos estão entre os animais mais sensíveis à toxicidade ao MeHg, apresentando sintoma como: salivação excessiva, marcha atáxica, convulsões e alteração de comportamento, que também ocorrem em outros animais como porcos e cachorros [Bampidis *et al.*, 2013, Beck *et al.*, 2020]. Além de acumular nos rins, que acarreta na sua falência, o mercúrio também se acumula no fígado, nos pelos e no sangue de mamíferos, matrizes que podem ser utilizadas na avaliação da exposição dos animais às espécies de mercúrio [Basri *et al.*, 2017].

h) **Zinco** – é um elemento essencial e importante em muitos processos biológicos, sendo considerado pouco tóxico à bovinos, ovinos e suínos, apesar de haverem relatos de casos naturais de toxicidade por Zn nestes animais e em macacos e furões [Reis *et al.*, 2010, Allen *et al.*, 1983]. Os sintomas dependem da fonte e tempo de exposição, podendo variar de desidratação, desequilíbrio eletrolítico, náuseas, letargia, descoordenação motora, artrite, claudicação, anemia, anorexia e perda de peso [Hill & Shannon, 2019, Reis *et al.*, 2010]. O aumento relativo de Zn foi observado no plasma, bile, coração, músculos, rins e fígado de bezerros expostos a uma dose de 1000 mg/kg [Reis *et al.*, 2010]. Dentre os órgãos, o pâncreas é o mais afetado devido à excreção preferencial de Zn no suco pancreático, porém são observadas lesões nos rins apesar deste elemento ser pouco observado na urina [Allen *et al.*, 1983, Straube *et al.*, 1980]. Os danos aos rins estão relacionados à capacidade deste de acumular Zn em enzimas metal-ligantes específicas conhecidas como metaloteínas que também estão presentes na mucosa do intestino e do fígado [Straube *et al.*, 1980]. Neste contexto, amostra de fígado e rins são as preferencialmente utilizadas na confirmação do intoxicação de animais por Zn [Reis *et al.* 2010].

A determinação destes metais em amostras biológicas é importante devido à toxicidade que apresentam para animais. Os resultados dessas análises químicas podem corroborar observações histopatológicas e assim, estabelecer relações causa/efeito. Entretanto, alguns destes contaminantes podem ter diferentes origens (por exemplo, o uso de rações, suplementos e medicamentos para animais domésticos) e isso dificulta o estabelecimento de umnexo causal entre a intoxicação e uma fonte de contaminação específica. Por isso, é interessante avaliar a presença de outros elementos que possam ser utilizados como traçadores químicos para associar



uma possível intoxicação com a origem dos contaminantes ambientais. Dentre estes elementos pode-se citar Li, U, V e os elementos terras raras (La, Eu, Gd, Lu, etc) que podem ser encontrados em rejeitos de mineração de ferro e são menos associados a outras fontes de contaminação. Se necessário, estratégias mais sofisticadas como as análises de razão isotópica poderão ser utilizadas para complementar os estudos aqui propostos.

Destaca-se que amostras biológicas diferentes são utilizadas para avaliar exposições de curto prazo (recentes) e de médio e longo prazo (crônicas). O sangue é um sistema de transporte e circulação, fornecendo minerais, elementos traço e metais tóxicos aos tecidos. Em animais de porte médio, os metais circulam na corrente sanguínea por aproximadamente 72 horas, sendo então naturalmente excretados ou depositados em vários tecidos do animal (bioacumulados) [Ramaiah & Nabity, 2007]. De uma forma geral, o tempo é dependente da espécie e porte, mas a concentração de metais no sangue está relacionada com exposições de curto prazo. Para exposições de médio e longo prazo, quando possível/disponível são utilizados órgãos de acúmulo (fígado, rins) ou pelos e penas, que a medida que crescem retêm as espécies tóxicas em sua estrutura e fornecem um histórico da exposição.

2. OBJETIVO GERAL

Determinar a presença e concentração de metais e metaloides em amostras biológicas coletadas de animais silvestres e domésticos na bacia do Rio Paraopeba.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) Desenvolver e validar métodos de “varredura” para detecção (identificação) de metais e metaloides nas seguintes matrizes biológicas coletadas de animais silvestres e domésticos: pelos, penas e fígado,

b) Desenvolver e validar métodos analíticos para quantificação de metais e metaloides nas seguintes matrizes biológicas coletadas de animais silvestres e domésticos: pelos, penas, fezes, sangue, soro, leite, fígado, rim e músculo.

c) Determinar a presença e concentração de metais e metaloides nas matrizes biológicas coletadas de animais silvestres e domésticos (pelos, penas, fezes, sangue, soro, leite, fígado, rim e músculo) nas chamadas de coleta nº 5/2019, 6/2019 e 7/2019.



d) Utilizar ferramentas quimiométricas para auxiliar na interpretação dos resultados e na avaliação de possíveis correlações entre amostras e elementos determinados.

e) Avaliar e estimar possíveis interferências da contaminação por metais e metaloides na vida de animais silvestres, na saúde dos animais domésticos e na saúde humana.

3. METODOLOGIA

3.1. Amostras e materiais de referência certificados (MRC)

3.1.1. Amostras brancas e MRCs

Para o desenvolvimento e validação dos métodos de varredura e métodos quantitativos serão utilizadas amostras brancas (tecidos e fluídos obtidos de animais não expostos à contaminação). Essas amostras serão cedidas por professores da Escola de Veterinária da UFMG e/ou pelo Laboratório Federal de Defesa Agropecuária de Pedro Leopoldo.

Na etapa de validação, para avaliar a veracidade dos métodos propostos serão utilizados os seguintes MRC's: fígado bovino (ERM - BB185 e NIST SRM-1577c), rim suíno (ERM - BB186), sangue bovino (ERM-CE196), cabelo humano (ERM-DB001), músculo bovino (BOVM-1), sangue caprino (NIST SRM-955C) e leite em pó (ERM-BD151).

3.1.2. Amostras da região impactada

As amostras analisadas neste projeto serão fornecidas pelo CTC, após coletas realizadas por outros 3 projetos. O número estimado de animais e matrizes coletadas em cada projeto são apresentados no Quadro 1.

Considerando o grande número de amostras e o curto tempo disponível para execução, a equipe propõe as estratégias descritas à seguir. Caso o CTC não concorde, a equipe está disposta a realizar as adequações necessárias.



Quadro 1 – Número da chamada, número estimado de animais

Chamada	Número estimado de animais	Tipo de animal	Amostras biológicas coletadas
05/2019	125	Animais Silvestres	Pelos, penas, sangue, soro, leite e fezes
06/2019	900	Animais silvestres e domésticos	Fígado, rim, músculo e conteúdo estomacal
07/2019	11194	Animais domésticos	Pelos, sangue, soro, leite e fezes
Total	12219		

Fonte: Edital da Chamada Induzido N° 25

I – Amostras coletadas a partir de animais silvestres vivos (estimativa de 125 animais) Como neste caso a diversidade de animais deve ser maior, serão analisados sangue (exposição recente) e pelos ou penas (exposição prolongada) de todos os animais. Os métodos quantitativos (diluição para sangue e digestão ácida para pelos/penas, com posterior análise por espectrometria de massas com plasma indutivamente acoplado - ICP-MS) serão utilizados. Será desenvolvido também um método quantitativo para determinação de Hg em matrizes biológicas empregando analisador direto de mercúrio (DMA) que será utilizado sempre que Hg for detectado no sangue. As outras matrizes (soro, leite e fezes) poderão ser analisadas para os animais que apresentarem níveis elevados de algum elemento no sangue ou penas/pelo. Para essas amostras não serão utilizados métodos de varredura para pré-seleção.

II – Amostras coletadas a partir de animais silvestres e domésticos, *post-mortem* (estimativa de 900 carcaças): a princípio, as amostras de fígado de todos os animais serão submetidas ao método de varredura por fluorescência de raios-X por reflexão total (TXRF). Caso seja possível o método de varredura para *pool* de amostras poderá também ser empregado (para amostras de animais de mesma espécie, coletados em locais próximos). As amostras que apresentarem valores elevados de algum dos elementos avaliados serão analisadas pelos métodos quantitativos (ICP-MS e DMA). Caso na análise quantitativa do fígado se verifiquem níveis elevados de algum elemento, as outras matrizes (rim e músculo) também serão analisadas. A análise do conteúdo estomacal (CE) é muito utilizada em casos de envenenamento e intoxicação aguda, quando muitas vezes é possível identificar fragmentos do agente tóxico no CE. Para isso, a coleta tem que ser realizada de forma criteriosa e o registro realizado na ficha da amostra. Inicialmente não será proposto método para conteúdo estomacal. Além do mais, a composição do conteúdo estomacal depende da espécie e hábitos do



animal (herbívoros, carnívoros ou onívoros; domésticos ou silvestres), o que dificulta a proposição de um único método de preparo de amostras. Entretanto, se ao ter acesso às informações das amostras for constatado casos em que a análise de conteúdo estomacal seja necessária, a equipe incluirá o desenvolvimento do método no escopo.

III – Animais domésticos (estimativa de 11194 animais) – Os animais domésticos são divididos em animais de companhia (cães e gatos) e animais de produção (bovinos, equinos, suínos, caprinos e ovinos).

III.a. Animais de companhia (425, sendo 1/domicílio) - Neste caso, é importante que as amostras de todos os animais sejam analisadas, pois as fontes de exposição podem ser diferentes. As amostras de sangue serão submetidas ao método quantitativo (diluição e análise por ICP-MS) e as de pelo serão submetidas ao método de varredura por TXRF. As amostras de pelo que apresentarem níveis elevados dos analitos, serão analisadas pelos métodos quantitativos (ICP-MS e DMA).

III.b. Animais de produção (10769 animais) – A distribuição de animais por espécie está apresentada no Quadro 2.

Quadro 2 – Número de animais de produção que serão coletados por espécie.

Espécie	Número de animais a serem coletados
Bovinos	8599
Equinos	1346
Suínos	539
Ovinos	14
Total	10769

As amostras dos animais de produção serão coletadas em diferentes propriedades, sendo que o número de animais/propriedade depende do tamanho do rebanho. Considerando a inviabilidade de analisar todas as amostras (por limitações de tempo, custo e equipamentos) e que animais de mesma espécie e mesma propriedade devem estar sujeitos as mesmas fontes de exposição, sugere-se inicialmente preparar um *pool* entre amostras coletadas de uma mesma propriedade. O *pool* será preparado com no máximo 10 amostras (sempre de uma mesma propriedade), em quantidades iguais. Por exemplo, para compor um *pool* de amostras de sangue, serão misturados 100 uL de 10 diferentes amostras (perfazendo 1,0 mL), que serão homogeneizados em vortex e encaminhados para análise por ICP-MS. A mesma estratégia será utilizada para amostras de pelo, mas nesse caso a mistura será feita em massa e não volume. Quando a análise do *pool* indicar concentrações



relevantes/anormais dos analitos, todas as amostras que compuseram o pool serão analisadas individualmente. As análises dos pools de sangue serão realizadas pelo método quantitativo (diluição e análise por ICP-MS) e das amostras de pelo por extração e TXRF (método de varredura). As análises individuais de sangue e pelo serão realizadas pelos métodos quantitativos (ICP-MS e DMA).

3.2. Pré-tratamento das amostras

Algumas amostras precisam ser submetidas a pré-tratamentos antes das análises. Esses procedimentos serão realizados com uma quantidade de amostra suficiente para as análises tanto pelos métodos de varredura quanto pelos métodos quantitativos. As amostras brancas também serão submetidas aos mesmos procedimentos.

As amostras de fígado, rins e músculo serão trituradas e homogeneizadas em Ultra-turrax tube com esferas de vidro (que permite trabalhar com pequenas quantidades, sem risco de contaminação das amostras por partes metálicas normalmente presentes em outros moinhos). A pasta obtida será armazenada em freezer.

As amostras de penas e pelos requerem uma etapa de pré-tratamento para remover contaminantes exógenos que podem ficar aderidos a elas e conduzir a resultados superestimados. Para lavagem dos pelos será utilizado um procedimento padronizado recomendado pela Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA) que utiliza acetona e água (IAEA, 1978). As amostras de pena também serão lavadas com água e acetona, de acordo com procedimento descrito por J. Burger et al., 1993. Após a etapa de lavagem as amostras serão secas em capela de fluxo laminar.

As amostras de pelos e penas também precisam ser cominuídas para os métodos de varredura e quantitativo. Nesse sentido será avaliada a viabilidade de moagem utilizando o moinho criogênico disponível no CRA. Acessórios serão adquiridos para possibilitar um aumento da frequência analítica, pois o sistema (tubo e barra magnética) tem que ser descontaminado entre uma amostra e outra.

As amostras de fezes (apenas as coletadas de animais que apresentarem níveis elevados de metais no sangue e/ou fígado e/ou pelos) serão homogeneizadas no Ultra-turrax.

As amostras de sangue, soro e leite serão analisadas após homogeneização em vortex.



3.3. Métodos de varredura

Os métodos de varredura (*screening*) são utilizados quando se tem um grande número de amostras, sem informações prévias da presença ou não dos analitos. Esses métodos devem ser mais rápidos que os métodos quantitativos e não necessitam ter elevada veracidade e precisão. Neste projeto os métodos de varredura serão utilizados para amostras que requerem digestão ácida em forno de micro-ondas, que é a etapa limitante do processo em termos de tempo e também de custos. Assim, foram propostos métodos de varredura para as amostras de fígado, penas e pelos.

3.3.1. Amostras de Fígado

O método de varredura para amostras de fígado será baseado na extração em meio ácido ou alcalino, e análise por TXRF. Para otimização do método, a amostra branca será triturada e homogeneizada em Ultra-turrax tube e fortificada com concentração conhecida dos analitos, novamente homogeneizada e armazenada à -10 °C. Uma pequena massa (entre 50 e 100 mg) será pesada em microtubos de 2,0 mL nos quais será adicionado um pequeno volume (de 100 a 500 µL) de HNO₃ 65% ou de hidróxido de tetrametilamônio (TMAH). A mistura será homogeneizada em vortex e então serão adicionados água ultrapura e o padrão interno. Após homogeneização, uma alíquota do extrato será depositada nos discos de quartzo, que serão secos em estufa e analisados por TXRF. Algumas condições serão otimizadas empregando planejamento de experimentos: massa de amostra, volume e tipo de extrator, tipo e concentração do padrão interno. A melhor condição será validada de acordo com o descrito no item 3.4.1.

3.3.2. Amostras de pelo e penas

O método de varredura para pelos e penas será baseado na extração ácida ou alcalina usando HNO₃ ou TMAH e análise por TXRF. Para otimização, amostras brancas lavadas e moídas de acordo com os procedimentos descritos no item 3.2 serão fortificadas com concentrações conhecidas dos elementos de interesse. Após a fortificação, as amostras serão secas e utilizadas para a otimização do método. As variáveis avaliadas serão: massa de amostra, volume e concentração de TMAH e HNO₃, tempo de contato, tipo e concentração do padrão interno. Planejamento de experimentos também será utilizado visando diminuir o número de experimentos e tempo necessário para a otimização. A melhor condição será validada (item 3.5.1) e aplicada para a análise das amostras coletadas de animais da região impactada, de acordo com o descrito anteriormente.



3.4. Métodos quantitativos

3.4.1 Sangue

O método quantitativo para sangue será baseado no guia de preparo para amostras clínicas para análise por ICP-MS (Agilent, 2020). Por ser um método relativamente simples, optou-se por realizar diretamente o método quantitativo, sem utilizar a estratégia de selecionar as amostras por um método de varredura. O método consiste em diluir as amostras (fator de diluição de 10 vezes) com uma solução aquosa contendo 4% de butanol, 0,01% de EDTA, 0,01% de Triton X-100 e 1% de TMAH, adicionando também o padrão interno. Após a diluição e homogeneização, a amostra pode ser analisada diretamente por ICP-MS. O método será validado de acordo com o procedimento descrito no item 3.5.2, utilizando amostras brancas de sangue bovino e o MRC de sangue bovino (ERM - CE196).

3.4.2 – Fígado, rins, músculo, penas, pelos, leite e fezes

O método quantitativo para as essas matrizes será baseado na digestão ácida assistida por radiação micro-ondas e posterior análise por ICP-MS. Para isso serão adquiridos pelo projeto dois rotores com 40 frascos de 25,0 mL que são compatíveis com o forno de micro-ondas disponível do CRA (Micro-ondas MARS in touch 6+ - CEM). Esse rotor apresenta boa frequência analítica (40 amostras/rodada) e permite digerir pequenas massas de amostra (em torno de 100 mg), consequentemente reduzindo o volume de ácido nítrico necessário para a digestão (1,0 a 2,0 mL). Para análises por ICP-MS, os digeridos não devem ter acidez elevada, para não danificar o equipamento, sendo necessário muitas vezes aplicar um alto fator de diluição para adequar a acidez da amostra. Esse rotor permitirá trabalhar com uma diluição menor do que seria necessário nos rotores disponíveis no CRA, que têm frascos de 100,0 mL e são mais indicados para massas e volumes de ácido maiores. Diluições menores resultam em limites de quantificação do método mais baixos, o que é desejável para determinação de elementos traço em materiais biológicos.

Inicialmente o método será desenvolvido para fígado, sendo otimizados os parâmetros: volume de ácido e o programa de aquecimento (tempo e temperatura de digestão). Após a otimização o método será validado de acordo com o descrito no item 3.5.2. Para as matrizes de rim e músculo será avaliada a possibilidade de se realizar uma ampliação de escopo do método desenvolvido e validado para fígado.



Métodos de digestão ácida e análise por ICP-MS também serão otimizados e validados para leite e fezes, por se tratarem de amostras com composições distintas.

Pretende-se desenvolver e validar um único método que possa ser utilizado para análise de penas e pelos.

3.4.3. Método de análise direta para determinação de Hg

Os procedimentos de digestão ácida não são indicados para determinação de Hg, pois a baixa temperatura de volatilidade deste elemento pode resultar em perdas e valores subestimados. Como o CRA dispõe de um DMA, será desenvolvido um método quantitativo para Hg empregando essa técnica, que permite análise direta de amostras sólidas, pastosas e líquidas. Para isso, serão otimizados: massa da amostra, o tempo e a temperatura da etapa de secagem da amostra, tempo e temperatura da etapa de pirólise da amostra. A vantagem do uso desta técnica será a possibilidade de otimização desses parâmetros para utilização em todas as matrizes a serem estudadas, o que não é, geralmente, possível com outras técnicas. Vale destacar ainda que o instrumento analítico DMA-80 apresenta diversas vantagens como, menor utilização de reagentes para digestão das amostras e geração de resíduos; possui baixos limites de detecção e quantificação, dentre outras.

A calibração do equipamento é realizada partindo de solução padrão de 1000 mg L⁻¹ de Hg²⁺. Dessa, duas outras soluções são preparadas: 10 e 100 µg L⁻¹. Volumes apropriados desses padrões são inseridos no DMA-80, obtendo uma concentração absoluta em ng. A curva analítica, portanto, é construída em faixa de menor concentração, concentração intermediária e concentração alta.

3.5. Validação dos métodos

A validação dos métodos visa garantir a qualidade metrológica dos resultados analíticos, conferindo-lhes rastreabilidade, comparabilidade e confiabilidade. Para isso, é importante também que todas as análises sejam realizadas seguindo protocolos do sistema de gestão de qualidade (equipamentos e materiais de medição calibrados por laboratórios certificados, uso de padrões de referência rastreáveis, controle e registro contínuo de condições ambientais e desempenho dos equipamentos, dentre outros). Para isso foram previstos no orçamento do projeto serviços de calibração e certificação, serviços de manutenção de equipamentos, além da aquisição de vidrarias calibradas, equipamentos de medição de condições ambientais, padrões de referência rastreáveis, materiais de referência certificados, etc. A confiabilidade, comparabilidade e rastreabilidade de resultados analíticos é importante em diversas situações, mas em



casos que envolvam tomada de decisão e questões judiciais, como o presente projeto, é *conditio sine qua non*.

Para execução deste projeto, o Manual de Garantia da Qualidade Analítica em Resíduos e Contaminantes de Alimentos, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2011) será utilizado para a validação dos métodos quantitativos. Para os métodos de varredura, a validação será baseada na Diretiva da Comunidade Europeia Commission Decision 2002/657/EC (EC, 2010).

3.5.1. Métodos de Varredura

De acordo com a Diretiva da Comunidade Europeia Commission Decision 2002/657/EC a validação para os métodos de varredura estabelece os seguintes critérios (EC, 2010):

- 1 – seletividade
- 2 - capacidade de detecção
- 3 – limite de corte
- 4 - aplicabilidade
- 5 - robustez

Para estabelecer os limites de corte, valores considerados normais e abaixo dos quais não será necessário realizar a análise quantitativa, serão utilizados valores de referência como os reportados pelo Atlantic Veterinary College da Universidade de Prince, Canada (ANEXO 1) e análise de amostras coletadas de animais de um grupo controle (preferencialmente de uma região próxima ao desastre de Brumadinho), mas que não tenha sido impactada pela dispersão do rejeito.

3.5.2. Métodos Quantitativos

Os parâmetros a serem calculados durante o processo de validação dos métodos quantitativos de sangue, fígado, leite e penas/pelos são (MAPA, 2011):

1. Linearidade;
2. Seletividade e Efeito de Matriz;
3. Limite de detecção;
4. Limite de quantificação;
5. Precisão (repetitividade e reprodutibilidade intralaboratorial);
6. Recuperação/veracidade;
7. Robustez;
8. Incerteza de Medição.



As otimizações e validações iniciais serão sempre realizadas com a matriz mais abundante (maior número de animais coletados ou maior número de análises requeridas). Por exemplo, para sangue serão utilizadas as amostras de bovinos. Após a validação, será realizada a extensão de escopo para o sangue de outros animais e para soro. A extensão de escopo também será realizada para rins e músculo, a partir do método desenvolvido e validado para fígado. Para a inclusão de novas matrizes em procedimentos analíticos validados serão avaliados os parâmetros: seletividade/efeito de matriz, veracidade/recuperação e repetitividade, como preconizado pelo manual do MAPA (MAPA, 2011)

3.6. Análise das amostras da região impactada

Após o desenvolvimento e validação dos métodos, as amostras disponibilizadas pelo CTC serão analisadas de acordo com as estratégias descritas no item 3.2. Amostras controle também serão analisadas periodicamente para garantir a qualidade dos resultados,

Vale ressaltar que todas as análises serão realizadas dentro dos requisitos do Sistema de Qualidade previstos pela ISO 17025.

3.7. Tratamento estatístico dos dados

Todo o tratamento dos dados da validação (curvas de calibração, precisão, veracidade, cálculo de incertezas, etc) será realizado no Excel. O tratamento dos dados das amostras analisadas será realizado nos softwares dos equipamentos utilizados (TXRF e ICP-MS) e também no Excel. Correlações de Pearson também serão avaliadas buscando estabelecer correlações entre os metais e metalóides encontrados nas diferentes matrizes.

Considerando o grande número de amostras e possivelmente de analitos é importante utilizar estratégias adicionais para interpretação dos dados. Assim, além do tratamento estatístico convencional, serão utilizadas algumas ferramentas quimiométricas exploratórias visando avaliar principalmente a similaridade entre amostras e a correlação entre variáveis. Dentre essas ferramentas destaca-se a Análise por Componentes Principais (PCA) e a Análise de Agrupamentos Hierárquicos (HCA).

As análises dos gráficos obtidos (scores e pesos para PCA e dendogramas para HCA) permitirão estimar a influência de cada variável em cada amostra, assim como avaliar e correlacionar as amostras, em função do tipo de animal, local de amostragem, etc. O tratamento de dados será feito empregando o software Matlab



(MathWorks, Natick, EUA) e o pacote PLS toolbox (Eigenvectors Research Inc., Manson, EUA).

4. PRODUTOS

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

a) Relatório do desenvolvimento e validação dos ensaios de detecção e quantificação de metais e metaloides para cada analito e matriz biológica analisada.

b) Relatório técnico descrevendo a detecção e concentração de metais e metaloides nos espécimens biológicos de animais silvestres e domésticos analisados. Esse será consubstanciado e descreverá se os níveis de metais e metaloides encontrados estão acima do normal e conferem risco aos animais e as pessoas que fizerem a ingestão dos produtos de origem animal (leite, carne etc.), oriundos desses.

c) Relatório com os resultados consolidados para a equipe do CTC e as partes interessadas, em linguagem de texto e/ou de imagem, e/ou som adequada a públicos não especializados.

5. CRONOGRAMA

Atividades	Bimestres					
	1º	2º	3º	4º	5º	6º
Aquisição de materiais	X					
Pré-tratamento das amostras de penas, pelos, fígado, músculos e rins	X	X	X	X	X	
Desenvolvimento e validação do método quantitativo para sangue	X					
Desenvolvimento e validação do método de varredura para fígado	X	X				
Desenvolvimento e validação do método de varredura para pelos e penas		X				
Desenvolvimento e validação do método quantitativos para fígado, rins e músculo			X			



Desenvolvimento e validação do método quantitativo para pelos e penas		X				
Desenvolvimento e validação dos métodos quantitativos para leite e fezes			X			
Análise das amostras de animais silvestres vivos			X			
Análise das amostras post-mortem de animais domésticos e silvestres			X	X		
Análise das amostras de animais domésticos de companhia (cães e gatos)				X	X	
Análise das amostras de animais domésticos de produção				X	X	X
Elaboração de relatórios de validação	X	X	X			
Elaboração de relatório técnico consubstanciado					X	X
Elaboração de relatório com resultados consolidados						X

6 - EQUIPE

Para execução da proposta, a equipe será formada por 5 pesquisadores, 2 pós-doutores, 4 alunos de doutorado, 2 alunos de mestrado e 3 alunos de iniciação científica. O projeto envolve o desenvolvimento e validação de vários métodos (varredura e quantitativo para diferentes matrizes) e posteriormente a análise de um grande número de amostras, como descrito na metodologia. Para execução deste projeto em 12 meses, muitos métodos terão que ser desenvolvidos e aplicados simultaneamente e para isso propõe-se a formação de 4 grupos:

1º - Desenvolvimento, validação e aplicação do método quantitativo para análise das amostras de sangue e soro

Thiago Marques Linhares (pós-doc), Igor Forattini P. C. Noronha (doutorado), bolsista à definir (IC)

2º – Desenvolvimento, validação e aplicação do método de varredura e quantitativo para análise de amostras de pelo e penas

Ana Beatriz Santos da Silva (pós-doc), Cassiano Lino dos Santos Costa (doutorado) e Amanda Cristina Soares Coelho (mestrado)



3º Desenvolvimento, validação e aplicação do método quantitativo para análise de fígado, rins e músculo

Thiago Marques Linhares (pós-doc), Guilhermina de Oliveira Souza (mestrado), Giovani Duarte Lanza (IC)

4º – Desenvolvimento, validação e aplicação do método de varredura para análise de amostras de fígado e quantitativo para amostras de leite

Ana Beatriz Santos da Silva (pós-doc), bolsista de doutorado (a definir) e Gustavo Gonzaga Monteiro Elyseu (IC)

Além dos grupos acima, a equipe contará com uma bolsista (Ana Gabriella Carvalho Miguita) para auxiliar no tratamento quimiométrico dos dados gerados por todos os grupos.

O plano de trabalho dos bolsistas (ANEXO 2) detalha as atividades que serão realizadas por cada um.

Nome	Nível	Atividades	CHS
Profa. Clésia Cristina Nascentes http://lattes.cnpq.br/0354323372008275 Departamento de Química - UFMG	Pesquisadora (Coordenadora)	Coordenar compras, contratação de serviços de terceiros, treinamento da equipe, acompanhamento das atividades de desenvolvimento e validação de métodos e análises das amostras, orientação dos alunos, elaboração de relatórios	7
Prof. Guilherme Dias Rodrigues http://lattes.cnpq.br/8226609855788662 Departamento de Química - UFMG	Pesquisador	Acompanhamento das atividades de desenvolvimento e validação de métodos e análises das amostras, orientação dos alunos,	6
Prof. Marcelo Martins de Sena http://lattes.cnpq.br/7050638697696950 Departamento de Química - UFMG	Pesquisador	Acompanhamento e orientação da estudante responsável pelo tratamento quimiométrico dos dados	4



<p>Profa. Elionai Cassiana de Lima Gomes http://lattes.cnpq.br/2765845361461091 Departamento de Química - UFMG</p>	Pesquisadora	Produção de conteúdos sobre o projeto que serão publicadas na Plataforma Brumadinho, conferência de planilhas de dados, elaboração de relatórios	4
<p>Profa. Maria José Nunes de Paiva http://lattes.cnpq.br/3220121649467009 Departamento de Análises Toxicológicas – Faculdade de Farmácia-UFMG</p>	Pesquisadora	Avaliação e discussão dos resultados obtidos considerando aspectos toxicológicos	2
<p>Dr. Thiago Linhares Marques http://lattes.cnpq.br/0207548032522769</p>	Pós-doc júnior	Desenvolvimento, validação e aplicação do método quantitativo para análise das amostras de sangue, fígado, rins e músculo	40
<p>MSc. Ana Beatriz Santos da Silva* http://lattes.cnpq.br/5816161183502861</p>	Pós-doc júnior	Desenvolvimento, validação e aplicação do método de varredura para fígado e penas/pelo e quantitativo para análise de amostras de pelo/penas e leite	40
<p>MSc. Igor Forattini Prates Carvalhais Noronha http://lattes.cnpq.br/6014200816202529</p>	Doutorado	Desenvolvimento, validação e aplicação do método quantitativo para análise das amostras de sangue e soro	20
<p>MSc. Cassiano Lino Santos Costa http://lattes.cnpq.br/2389064143962142</p>	Doutorado	Desenvolvimento, validação e aplicação do método de varredura e quantitativo para análise de amostras de pelo e penas	15
<p>MSc. Ana Gabriella Carvalho Migueta http://lattes.cnpq.br/0238992764652780</p>	Doutorado	Tratamento dos dados gerados por todos os grupos, utilizando ferramentas quimiométricas	15
<p>Bolsista de doutorado A definir</p>	Doutorado	Desenvolvimento, validação e aplicação do	20



		método de varredura para análise de amostras de fígado e quantitativo para amostras de leite e fezes.	
Guilhermina de Oliveira Souza http://lattes.cnpq.br/0086786142093130	Mestrado	Desenvolvimento, validação e aplicação do método quantitativo para análise de fígado, rins e músculo	20
Amanda Cristina Soares Coelho http://lattes.cnpq.br/9277303338235094	Mestrado	Desenvolvimento, validação e aplicação do método de varredura e quantitativo para análise de amostras de pelo e penas	20
Giovani Duarte Lanza http://lattes.cnpq.br/8658142745094993	Iniciação Científica	Desenvolvimento, validação e aplicação do método quantitativo para análise de fígado, rins e músculo	20
Gustavo Gonzaga Monteiro Elyseu http://lattes.cnpq.br/4305145183037884	Iniciação Científica	Desenvolvimento, validação e aplicação do método de varredura para análise de amostras de fígado e quantitativo para amostras de leite	20
Bolsista à definir	Iniciação Científica	Desenvolvimento, validação e aplicação do método quantitativo para análise das amostras de sangue	20

*A candidata a bolsa de pós doc, Ana Beatriz Soares da Silva está com defesa de doutorado prevista para setembro de 2020.

7- ORÇAMENTOS

Tabela 7.1. Despesas com recursos humanos

Equipe	CHS	Meses	Valor Mensal (R\$)	Valor total (R\$)
Profa. Clésia Cristina Nascentes (Professor Pesquisador)	7	12	8.201,75	98.421,02



Prof. Guilherme Dias Rodrigues (Professor Pesquisador)	6	12	7.030,07	84.360,87
Profa. Elionai C. de Lima Gomes (Professor Pesquisador)	4	12	4.686,72	56.240,58
Prof. Marcelo Martins de Sena (Professor Pesquisador)	4	12	4.686,72	56.240,58
Prof. Maria José Nunes de Paiva (Professor Pesquisador)	2	2	2343,36	28.120,29
Dr. Thiago Linhares Marques (Pós doutorando)	40	12	8.386,75	100.641,00
MSc. Ana Beatriz Santos da Silva (Pós doutorando)	40	12	8.386,75	100.641,00
MSc. Igor Forattini P. C. Noronha Bolsista Estudante de Doutorado	20	12	6.314,74	75.776,88
MSc. Ana Gabriella C. Miguita Bolsista Estudante de Doutorado	15	12	4.736,06	56.832,66
MSc. Cassiano L. Santos Costa Bolsista Estudante de Doutorado	15	12	4.736,06	56.832,66
A definir Bolsista Estudante de Doutorado	20	12	6.314,74	75.776,88
A definir Bolsista Estudante de Mestrado	20	12	4.420,32	53.043,84
Amanda C. dos Santos Coelho Bolsista Estudante de Mestrado	20	12	4.420,32	53.043,84
Giovani Duarte Lanza Bolsista Estudante de Graduação	20	12	1.458,71	17.504,52
Gustavo G. Monteiro Elyseu Bolsista Estudante de Graduação	20	12	1.458,71	17.504,52
Á definir Bolsista Estudante de Graduação	20	12	1.458,71	17.504,52
Total				962.545,80

Tabela 7.2 Materiais de consumo necessários para execução do projeto

Item	Quant.	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)	Descrição
Rotor de microondas (CEM) com 40 frascos de 25 mL de digestão*	2	61.407,50	122.815,00	Digestão ácida de pequenas massas de material biológico
Discos de quartzo para TXRF (pacotes com 25 unid)*	3	11.055,00	33.165,00	Discos para análise de fígado, penas e pelos por TXRF
Cassete para limpeza dos discos	2	3.740,00	7.480,00	Limpeza dos discos de quartzo utilizados no



de quartzo*				TXRF
Acessórios para o ICP-MS (tocha, nebulizadores, cones, skimmers, filtros, frascos para amostrador automático, solução tuning, etc.)	Diversos		120.000,00	Acessórios para: introdução de amostras com alto teor de sólidos e matéria orgânica no ICP-MS e para reposição de outras peças, considerando o uso intensivo do equipamento.
Soluções de referência para ICP-MS e TXRF (mono e multielementares)	Diversos		24.500,00	Preparo de curvas de calibração para ICP-MS, soluções de padrões internos para TXRF, estudos de adição e recuperação
Reagentes para preparo das amostras e limpeza de materiais	Diversos		65.000,00	Reagentes ácidos, alcalinos, solventes, surfactantes e sais (todos de alta pureza) que serão utilizados no preparo de todas as amostras de material biológico e na limpeza dos frascos e vidrarias utilizados na manipulação das amostras.
Balões volumétricos, pipetas e provetas calibrados com certificado da RBC	Diversos		25.000,00	Vidraria calibrada para preparação de amostras e curvas analíticas, de acordo com a ISO 17025
Frascos de centrífuga Corning de 15 mL	2	2.800,00	5.600,00	Preparo de solução e acondicionamento das amostras para leitura
Dispensadores de ácido para frascos	4	2.500	10.000,00	Manipulação de HNO ₃ com maior segurança
Micropipetas de volumes variados	8	1500	12.000,00	Preparo de soluções, diluição de amostras
Frascos com bolas de vidro para o Ultra-Turrax (pacotes com 25)	2	3.500,00	7.000,00	Moagem das amostras de fígado, rins e músculo
Acessórios para moinho criogênico (kit)	1	7.000,00	7.000,00	Moagem das amostras de penas e pelos
Consumíveis para DMA	Diversos		35.000,00	Análises de Hg por DMA nos materiais biológicos.
Gases para ICP-MS (argônio, hélio)	Diversos		60.000,00	Gases para adequado funcionamento do ICP-MS
Colunas para purificador de água	3	2.500,00	7.500,00	Obtenção de água ultrapura para prepare



(ELGA)					de soluções e amostras
EPI's diversos (luvas, óculos, jalecos, tocas, máscaras)	Diversos			10.000,00	Proteção para os membros da equipe, na manipulação de produtos químicos e amostras biológicas.
Luva criogênia (par)	2	2.500,00		5.000,00	Proteção durante a manipulação de nitrogênio líquido
Ponteiras para micropipetas (pacote)	20	120,00		2400,00	Tomada de alíquotas de soluções e amostras
Vidrarias comuns de laboratório	Diversos			10.000,00	Béqueres, erlenmeyers, vidro de relógio, termômetros, espátulas, etc para manuseio de amostras e soluções.
Microtubos de volumes variados e frascos para armazenar amostras	Diversos			4.000,00	Manipulação e armazenamento de amostras e de digeridos.
Materiais de referência certificados de sangue bovino, fígado bovino, rim suíno,	Diversos			30.000,00	Material para verificação de veracidade dos métodos desenvolvidos
Bombonas para descarte de resíduos (diferentes tamanhos)	Diversos			3.000,00	Acondicionamento correto de resíduos químicos e biológicos para descarte
Material de escritório (folhas, pastas, etiquetas, marcadores para vidro, toner, etc)	Diversos			2,000,00	Organização de documentos, organização laboratorial, elaboração de relatórios, etc.
Frascos plásticos para armazenar soluções, pissetas, caixas plásticas para preparo de banhos ácidos parafilm, escovas de limpeza, fitas de pH, etc	Diversos			5.000,00	Armazenamento de soluções, frascos lavadores, etc.
Materiais para adequação do laboratório às normas do Sistema de Gestão de	Diversos			8.000,00	Termômetros, pesos para balanças, termohigrômetros, materiais para identificação e



Qualidade (17025)				organização, etc.
TOTAL			621.460,00	

*Materiais para importação direta, valores em reais com a conversão pela cotação média dos últimos dias (1 US\$ = R\$ 5,50)

Obs: Alguns dos materiais solicitados tem durabilidade maior do que o prazo de execução desta proposta e poderão ser úteis em outros projetos.

Tabela 7.3 Materiais permanentes solicitados para execução do projeto

Item	Quant.	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)	Descrição
Refrigerador de laboratório (~300 L)	1	10.000,00	10.000,00	Armazenamento de soluções de referencia, materiais de referencia certificados e amostras digeridas
Ultra-turrax tube drive	1	17.240,00	17.240,00	Moagem das amostras de fígado, rim e músculo
Estufa de aquecimento	1	3.500,00	3.500,00	Secagem de vidraria e amostras depositadas nos discos de quartzo para análise por TXRF
Agitadores Vortex	3	1.500,00	4.500,00	Homogeneização das amostras de sangue, de extratos das amostras sólidas e soluções em geral.
Chapa de aquecimento com agitação	2	2.000,00	4.000,00	Aquecimento e preparo de soluções, limpeza dos discos de quartzto para TXRF, etc.
Container para N2 líquido	1	6.000,00	6.000,00	Transportar nitrogênio líquido para o moinho criogênico
Microcomputador com monitor LCD, teclado e mouse	1	6.000,00	6.000,00	Tratamento de dados, elaboração de relatórios
Dessecador dry box	2	7.000,00	14.000,00	Armazenamento de MRC, de reagentes higroscópicos, etc.
Destilador de água	1	15.000,00	15.000,00	Produção de água destilada para limpeza de vidrarias e outros materiais
TOTAL			80.240,00	

Justificativa para aquisição de materiais permanentes:



Refrigerador – Apesar de o CRA dispor de refrigeradores e freezers, eles serão utilizados para o armazenamento das amostras brutas. A geladeira requerida será utilizada para armazenar as soluções de referência dos metais e metaloides e também amostras digeridas. Essas soluções são ácidas e não devem ser armazenadas conjuntamente com amostras brutas, para evitar possíveis riscos de contaminação.

Ultra-turrax tube drive – esse equipamento será utilizado para a trituração das amostras de fígado, rins e músculo de forma rápida e sem risco de contaminação (pois não tem partes metálicas). O CRA ainda não dispõe desse tipo de equipamento.

Estufa de aquecimento – o CRA não dispõe desse equipamento que é fundamental para a execução do projeto. A estufa será utilizada para secagem de materiais, limpeza de frascos do micro-ondas e secagem dos discos de quartzo contendo amostras, para análise por TXRF.

Agitadores vortex – o CRA não dispõe desses equipamentos, que serão utilizados para homogeneizar amostras líquidas e soluções.

Chapa de aquecimento – serão utilizadas para aquecimento de soluções visando solubilização e também limpeza de materiais.

Container para nitrogênio líquido – ainda não está disponível no CRA e será utilizado para transportar N₂ líquido para uso no moinho criogênico

Microcomputador – será utilizado para tratamento de dados, elaboração de protocolos, etiquetas, relatórios e etc. A impressora não está sendo solicitada, pois será adquirida no projeto de coleta de águas subterrâneas.

Dessecador dry box – ainda não está disponível no CRA e será utilizado para armazenar materiais de referência certificados que não podem ser armazenados em geladeira e sais higroscópicos.

Destilador de água – o CRA dispõe de 2 purificadores de água que produzem água ultrapura. Essa água é utilizada para preparo de soluções e diluição de amostras. Entretanto, necessitamos também de água destilada para limpeza de vidrarias e outros materiais. O grande consumo de água necessário e o custo da água ultrapura inviabilizam sua utilização para limpeza.

Tabela 7.4. Despesas com serviços de terceiros e aquisição de software

Descrição	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
-----------	------------	----------------------	-------------------



Calibração/qualificação de equipamentos (balanças, micropipetas, vidrarias, termômetros, pHmetros, etc) para atender aos requisitos de qualidade (ISO 17025)	Diversos	45.000,00	45.000,00
Manutenção de equipamentos (capelas de fluxo laminar, ar condicionados, nobreaks, etc)	Diversos	24.000,00	24.000,00
Licença MOffice	1	1.000,00	1.000,00
Despesas de importação (20% do valor dos rotores do micro-ondas e discos de quartzo e cassete para o TXRF)	1	32.692,00	32.692,00
Total			102.692,00

Tabela 7.5. Orçamento consolidado do projeto considerando as taxas administrativas da UFMG, ICEX, Departamento de Química e FUNDEP.

Descrição	Valor (R\$)
Material de consumo	621.460,00
Material permanente	80.240,00
Despesas com serviços de terceiro	102.692,00
Bolsas/recursos humanos	962.545,80
Sub-total	1.766.937,80
Taxa UFMG (2%)	40.157,68
Taxa Unidade – ICEX (2%)	40.157,68
Taxa Departamento de Química (8%)	160.630,00
Total	2.007.883,86



8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Arsenic Toxicity, Case Studies in Environmental Medicine. Washington, DC: US Department of Health and Human Services; 1990.

Ali, H. and Khan, E. Trophic transfer, bioaccumulation, and biomagnification of nonessential hazardous heavy metals and metalloids in food chains/webs—Concepts and implications for wildlife and human health. *Human and Ecological Risk Assessment*, 25(6) 1353–1376, 2019.

Allen, J.G.; Masters, H.G.; Peet, R.L.; Mullins, K.R.; Lewis, R.D.; Skirrow, S.Z.; Fry, J. Zinc toxicity in Ruminants. *Journal of Comparative Pathology*, v. 93(3), p. 363-377, Jul. 1983.

Bampidis, V.A.; Nistor, E.; Nitas, D. Arsenic, Cadmium, Lead and Mercury as Undesirable Substances in Animal Feeds. *Animal Science and Biotechnologies*, v. 46(1), p. 17-22, 2013.

Basri; Sakakibara, M.; Sera, K.; Kurniawan, I.A.; Mercury Contamination of Cattle in Artisanal and Small-Scale Gold Mining in Bombana, Southeast Sulawesi, Indonesia. *Geosciences*, v. 7 (133) p. 1-10, Dez. 2017.

Beck, A.C.; Lash, E.M.; Hack, J.B. Environmental toxic exposures using companion animals as an indicator of Human toxicity: A case report and discussion. *The Journal of Emergency Medicine*, In Press, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2020.04.026>.

Bremner I. Manifestations of copper excess. *Am J Clin Nutr*. 67:1069S–1073, 1998.

Bro, R., Smilde, A. K. Principal component analysis. *Anal. Methods* 6:2812-2820,2014.

Connor, J.R, Pavlick, G., Karli, D., et al. A histochemical study of iron-positive cells in the developing rat brain. *J Comp Neurol* . 355:111–123,1995.

CTC-Brumadinho-UFMG, Comitê Técnico Científico do Projeto Brumadinho-UFMG, CHAMADA PÚBLICA INTERNA INDUZIDA No. 25/2020. Disponível em: <http://www.projetoBrumadinho.ufmg.br/chamadasabertas> Acessado em 25 de junho de 2020.

Dal-Pizzol, F., Klamt, F., Frota, M.L.C., et al. Neonatal iron exposure induces oxidative stress in adult Wistar rat. *Develop Brain Res*.130:109–114, 2001.

De Francisco, N., Ruiz Troya, J.D., Agüera, E.I. Lead and lead toxicity in domestic and free living birds. *Avian Pathology*, 32:3-13, 2003.



Du, Z., Hemken, R.W., Harmon, R.J. Copper metabolism of Holstein and Jersey cows and heifers fed diets high in cupric sulfate or copper proteinate. *J Dairy Sci.* 79:1873–1880, 1996.

Evers, D. The Effects of Methylmercury on Wildlife: A Comprehensive Review and Approach for Interpretation. *Encyclopedia of the Anthropocene*, v. 5, p. 181-194, 2018.

European Commission – EC. Community Reference Laboratories residues (CRLs). Guidelines for the validation of screening methods for residues of veterinary medicines (initial validation and transfer). Disponível em: http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/residues/Guideline_Validation_Screening_en.pdf. Acessado em 28 de junho de 2020.

Fredriksson, A., Schröder, N., Eriksson, P., et al. Neonatal iron exposure induces neurobehavioural dysfunction in mice. *Toxicol Appl Pharmacol.* 155:25–30, 1999.

Garland, T. Arsenic, In: *Veterinary Toxicology, Basic and Clinical Principles*, Gupta, R.C. (ed). Academic Press, Nova York, 2007.

Green, I.D., Boughey, K., Diaz, A. Potentially Toxic Metals in Historic Landfill Sites: Implications for Grazing Animals. *Water Air Soil Pollut.* 225:2110-2115, 2014.

Hill, G.M. & Shannon, M.C. Copper and Zinc Nutritional Issues for Agricultural Animal Production. *Biological Trace Element Research*, v. 188 (1), p. 148-159, Jan. 2019.

Hooser, S. B. Iron. In: *Veterinary Toxicology, Basic and Clinical Principles*, Gupta, R.C. (ed). Academic Press, Nova York, 2007.

J. Burger, S. Seyboldt, N. Morganstein and K. Clark, *Environ. Monit. Assess.*, 1993, 28, 189.

Lan, J., Jiang, D.H. Excessive iron accumulation in the brain: a possible potential risk of neurodegeneration in Parkinson's disease. *J Neural Transm.* 104:649–660, 1997.

Lehner, A. F., Rumbelha, W., Shlosberg, A., Stuart, K., Johnson, M., Domenech, R., Langner, H. Diagnostic Analysis of Veterinary Dried Blood Spots for Toxic Heavy Metals Exposure, *J. Anal. Toxicol.* 37:406–422, 2013.

Li, H., Chen, Q., Li, S., et al. Effect of Cr(VI) exposure on sperm quality: human and animal studies. *Ann Occup Hyg.* 45(7): 505–11, 2001.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, *Manual de Garantia da Qualidade Analítica em Resíduos e Contaminante de Alimentos-MAPA*, Brasília, 2011.



Marouani N, Tebourbi, O., Mahjoub, S., et al.: Effects of hexavalent chromium on reproductive functions of male adult rats. *Reprod Biol.* 12(2): 119–33, 2012.

O'Neal, S.L. & Zheng, W. Manganese Toxicity Upon Overexposure: a Decade in Review. *Current Environmental Health Reports*, v. 2(3), p. 315–328, Set. 2015.

Ramaiah, S.K., Nabity, M.B. Blood and boné marrow toxicity. In: *Veterinary Toxicology, Basic and Clinical Principles*, Gupta, R.C. (ed). Academic Press, Nova York, 2007.

Reis, L.S.L.S.; Pardo, P.E.; Camargos, A.S.; Oba, E. Mineral element and heavy metal poisoning in animals. *Journal of Medicine and Medical Sciences*, v. 1(12), p. 560-579, Dez. 2010.

Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais, Disponível em: <http://www.agricultura.mg.gov.br/index.php/component/gmq/story/3671-governo-de-minas-completa-um-ano-de-apoio-as-vitimas-e-de-aco-es-de-reparacao-apos-rompimento-de-barragem-da-vale-em-brumadinho>. Acessado em 25 de junho de 2020.

SEMAD - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, Caderno 1 Ano, Rompimento das Barragens da Vale em Brumadinho, 2020. Disponível em: http://www.meioambiente.mg.gov.br/images/stories/2020/ACOES_RECUPERACAO_PARAOPEBA/Caderno1anoRompimento_das_barragens_de_Brumadinho.pdf. Acessado em 24 de junho de 2020.

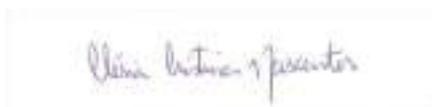
Seimiya, Y., Itoh, H., Ohshima K.-I. Brain lesions of lead poisoning in a calf. *J Vet Med Sci.* 53:117–119. 1991

Sena, M.M., Frighetto, R.T.S., Valarini, P.J., Tokeshi, H., Poppi, R. J. Discrimination of management effects on soil parameters by using principal component analysis: a multivariate analysis case study. *Soil Till. Res.* 67:171-181, 2002.

Thompson, L.J. Lead. In: *Veterinary Toxicology, Basic and Clinical Principles*, Gupta, R.C. (ed). Academic Press, Nova York, 2007.

Wise, C.F., Wise, S.S., Thompson, W.D., et al.: Chromium Is Elevated in Fin Whale (*Balaenoptera physalus*) Skin Tissue and Is Genotoxic to Fin Whale Skin Cells. *Biol Trace Elem Res.* 166(1): 108–17, 2015.

Yokel, R.A. The metabolism and toxicokinetics of aluminum relevant to neurotoxicity. In: Yasui, M., Strong, M.J., Ota K., Verity, A.M. (eds). *Mineral and Metal Neurotoxicology*. BocaRaton, FL: CRC Press; 1997:81–89.



Profa. Clésia Cristina Nascentes - Proponente



ANEXO 1: Valores referencias dos teores de As, Cu, Pb e Zn em diferentes criações domésticas dadas em mg/kg de amostra fresca (AVC/UPEI - Canada, 2020).

Elemento	Valor de Referência	Bovino			Equino			Ovino			Suíno		
		Fígado	Rim	Sangue	Fígado	Rim	Sangue	Fígado	Rim	Sangue	Fígado	Rim	Sangue
Arsênio	Normal	0,004-0,40	0,018-0,40	0,03-0,05 ^a	< 0,4	< 0,4	-	0,01-0,20	0,01-0,30	0,01-0,08 ^a	0,003-0,2	0,03-0,1	0,01 ^a
	Alto	1-50	1,5-5,0	-	1-5	-	-	4-8	1-6	0,04-0,50 ^a	-	-	-
	Tóxico (agudo)	2-15	3,5-38	0,17-6,7 ^a	7-15	> 10	-	10-50	10-40	5,0-14,5 ^a	-	-	-
	Tóxico (crônico)	7-100	5-53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cobre	Deficiente	0,5-10,0	1-5	0,02-1,00 ^b	< 3,5	< 4	0,6-0,8 ^b	0,5-4,0	3-4	0,10-1,00 ^b	0,3-1,0	2-4	0,1-0,4 ^b
	Baixo	5-25	3,0-5,5	0,55-1,20 ^b	-	-	-	5-20	4-5	0,40-1,00 ^b	4-7	4-7	0,4-1,5 ^b
	Normal	25-100	4-6	0,8-1,5 ^b	4,0-7,5	7,3-9,3	0,85-2,0 ^b	25-100	4,0-5,5	0,70-2,0 ^b	5-25	7-10	1,3-3,0 ^b
	Alto	200-550	5-7	2,5-4,0 ^b	1000-1500	30-50	-	100-500	4-10	1-5 ^b	15-200	12-25	1,7-3,0 ^b
	Tóxico	250-800	10-122	4-11 ^b	-	-	-	250-1000	18-260	3,3-20 ^b	150-15000	300-1200	4,5-77 ^b
Chumbo	Normal	0,1-1,0	0,2-2,0	0,01-0,20 ^a	0,08-1,40	0,03-1,30	0,04-0,25 ^a	0,03-0,80	0,1-0,8	0,02-0,25 ^a	-	-	-
	Alto	2-10	3-20	0,3-0,4 ^a	3-5	3-5	0,3-0,6 ^a	5-25	5-100	0,7-0,9 ^a	-	-	-
	Tóxico (crônico)	5-300	5-700	0,35-32 ^a	4-50	5-140	0,33-1,4 ^a	10-100	5-200	1-5 ^a	-	-	-
	Tóxico (agudo)	-	-	-	10-500	20-200	0,6-2,5 ^a	-	-	-	-	-	-
Zinco	Deficiente	<20-40	16-20	0,2-0,4 ^b	-	-	< 0,5 ^b	20-30	15-30	0,22-0,45 ^b	9,6-25	-	0,18-0,25 ^b
	Baixo	25-40	16-20	0,5-0,6 ^b	-	-	0,5-0,6 ^b	-	-	0,4-0,8 ^b	25-35	-	0,4-0,8 ^b
	Normal	25-100	18-25	0,8-1,4 ^b	40-125	20-50	0,6-1,7 ^b	30-75	20-40	0,8-1,2 ^b	40-90	15-30	0,7-1,5 ^b
	Alto	300-500	50-140	2-5 ^b	160-500	65-150	1,6-3,5 ^b	100-400	50-1000	4-5 ^b	>200	-	-
	Tóxico	120-500	130-480	3-15 ^b	1300-1900	295-580	1,0-3,5 ^b	> 400	240-1600	30-50 ^b	500-31000	190-367	1,4-2,8 ^b

Observações: a – heparenizado e b – soro.



PROJETO BRUMADINHO-UFMG

CHAMADA PÚBLICA INTERNA INDUZIDA Nº 25/2020

PLANO DE TRABALHO DOS BOLSISTAS

DETERMINAÇÃO DE METAIS E METALÓIDES EM AMOSTRAS BIOLÓGICAS DE ANIMAIS SILVESTRES E DOMÉSTICOS NA BACIA DO RIO PARAÓPEBA

Coordenadora: Profa. Clésia Cristina Nascentes (DQ-ICEEx)

Bolsistas: Dr. Thiago Linhares Marques (pós-doutorado 1), MSc. Ana Beatriz Santos da Silva (pós-doutorado 2), MSc. Igor Forattini Prates Carvalhais Noronha (doutorado 1), MSc. Cassiano Lino Santos Costa (doutorado 2), MSc. Ana Gabriella Carvalho Miguita (doutorado 3), Bolsista de doutorado 4 (a definir), Guilhermina de Oliveira Souza (mestrado 1), Amanda Cristina Soares Coelho (mestrado 2), Giovani Duarte Lanza (iniciação científica 1), Gustavo Gonzaga Monteiro Elyseu (iniciação científica 2), Bolsista de iniciação científica 3 (a definir)

Belo Horizonte, 30 de junho de 2020.



CONTEXTUALIZAÇÃO

Além do impacto direto do desenvolvimento do projeto proposto à comunidade ribeirinha da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba e instituições envolvidas, um dos objetivos estratégicos deste trabalho é a formação de recursos humanos. Neste contexto, todos os bolsistas envolvidos na equipe executora irão participar de todas as etapas do projeto, respeitando seus respectivos níveis de formação e cargas horárias para dedicação.

Todos os bolsistas realizarão atividades comuns típicas da rotina de um laboratório e do projeto proposto, dentre elas:

- limpeza de materiais, preparo de soluções, planejamento e preparo de materiais para realização dos experimentos;
- preparo de amostras (moagem, digestão e diluição);
- treinamento, calibração e operação de equipamentos, como por exemplo pHmetros, TXRF, ICP-MS;
- desenvolvimento e validação dos métodos de varredura e quantitativos
- tratamento de dados e apresentação de resultados para confecção de relatórios parciais e final;
- reuniões semanais com a equipe do projeto.

Os professores envolvidos no projeto serão responsáveis pela orientação e acompanhamento dos bolsistas, auxiliando para que todas as etapas propostas sejam cumpridas no prazo estabelecido.

Além disso, a avaliação dos bolsistas será realizada por monitoramento direto da participação de cada um no laboratório, resultados apresentados e assiduidade. A partir disso, ao término do projeto, os orientadores irão emitir um parecer sobre a atuação de cada bolsista durante o período de execução do trabalho.

As atividades específicas de cada bolsista estão discriminadas abaixo. Vale ressaltar que alguns membros estarão envolvidos nas mesmas partes do projeto, porém trata-se de um trabalho muito amplo. Assim, a demanda por recursos humanos é fundamental e, de acordo com a dedicação/carga horária e formação de cada bolsista, a contribuição efetiva deles será diferente. Neste contexto, pretende-se estabelecer a dinâmica de realização do projeto com equipes responsáveis por objetivos específicos, assim como discriminado no item 6 da presente proposta.



Nome: Dr. Thiago Linhares Marques

Nível da Bolsa: P4 (Bolsista pós-doutorado júnior)

Carga Horária Semanal: 40 horas

1. Introdução

Devido à maior disponibilidade e formação acadêmica, o referido bolsista estará envolvido em diferentes partes do projeto, como estudar diferentes tipos de matrizes e métodos de análise. Neste caso em específico, o bolsista participará do desenvolvimento, validação e aplicação do método quantitativo para análise das amostras de sangue, fígado, rins e músculo, com dedicação de 40 (quarenta) horas semanais de atividades. Além disso, o bolsista participará de treinamento nos equipamentos, planejamento dos experimentos, preparo de amostras, tratamento de dados, acompanhamento de outros bolsistas de pós-graduação e graduação e reuniões para discussão dos resultados com apresentação de relatórios, com toda a equipe do projeto e individualmente com os orientadores/supervisores.

2. Objetivos

- pesquisar constantemente a literatura para criar embasamento suficiente na realização dos experimentos de preparo de amostra e validação;
- otimizar as condições experimentais de extração e digestão das amostras de sangue, fígado, rins e músculo, como tipo e concentração de ácido ou base, temperatura e tempo de contato;
- otimizar e validar o método quantitativo de análise de metais nas matrizes citadas, com a determinação das principais figuras de mérito;
- realizar o tratamento estatístico de todos os dados obtidos, através da criação de planilhas padronizadas para posterior apresentação dos resultados;
- elaborar relatórios parciais para apresentação dos resultados em reuniões da equipe do projeto;
- organizar todos os resultados obtidos no desenvolvimento do projeto e discussões para preparação do relatório final.



3. Metodologia Resumida

As amostras de fígado, rins e musculo serão trituradas e homogeneizadas em Ultraturrax tube. A pasta obtida será armazenada em freezer. O método quantitativo para as essas matrizes será baseado na digestão ácida (ácido nítrico) assistida por radiação microondas e posterior análise por ICP-MS. Inicialmente o método será desenvolvido para fígado, sendo otimizados o volume de ácido e o programa de aquecimento (tempo e temperatura de digestão). Após a otimização o método será validado de acordo com o descrito no item 3.4.2. Para as matrizes de rim e musculo será avaliada a possibilidade de se realizar uma ampliação de escopo do método desenvolvido e validado para fígado.

Por se tratar de uma matriz menos complexa, pretende-se realizar a análise das amostras de sangue e leite homogeneização manual. O método quantitativo para sangue será baseado no guia de preparo para amostras clínicas para análise por ICP-MS (Agilent, 2020). Por ser um método relativamente simples, optou-se por realizar diretamente o método quantitativo, sem utilizar a estratégia de selecionar as amostras por um método de varredura. O método consiste em diluir as amostras com uma solução aquosa contendo 4% de butanol, 0,01% de EDTA, 0,01% de Triton X-100 e 1% de TMAH, adicionando também o padrão interno. Após a diluição e homogeneização, a amostra pode ser analisada diretamente por ICP-MS. O método será validado de acordo com o procedimento descrito no item 3.4.2, utilizando amostras brancas de sangue bovino e o MRC de sangue bovino (ERM - CE196).

4. Cronograma de Atividades

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

Atividades	Bimestre					
	1	2	3	4	5	6
Treinamentos nos equipamentos	X					
Otimização das condições experimentais para digestão ácida	X	X				
Validação e aplicação do método quantitativo para análise de rins, fígado e músculo			X			
Realização de estudos preliminares para verificar a viabilidade do emprego da diluição para análise direta	X					



Otimização e validação do método quantitativo para análise de sangue	X	X				
Pesquisa da literatura	X	X	X	X	X	X
Análises das amostras			X	X	X	X
Tratamentos estatísticos	X	X	X	X	X	X
Elaboração de relatórios parciais					X	X



Nome: MSc. Ana Beatriz Santos da Silva

Nível da Bolsa: P4 (Bolsista pós-doutorado júnior)

Carga Horária Semanal: 40 horas

1. Introdução

Devido à maior disponibilidade e formação acadêmica, a referida bolsista estará envolvida em diferentes partes do projeto, como estudar diferentes tipos de matrizes e métodos de análise. Neste caso em específico, a bolsista participará do desenvolvimento, validação e aplicação do método de varredura para fígado e penas/pelo e quantitativo para análise de amostras de pelo/penas e leite, com dedicação de 40 (quarenta) horas semanais de atividades. Além disso, o bolsista participará de treinamento nos equipamentos, planejamento dos experimentos, preparo de amostras, acompanhamento de outros bolsistas, tratamento de dados e reuniões para discussão dos resultados com apresentação de relatórios, com toda a equipe do projeto e individualmente com os orientadores/supervisores.

2. Objetivos

- pesquisar constantemente a literatura para criar embasamento suficiente na realização dos experimentos de preparo de amostra e validação;
- desenvolver o método de varredura para análise de fígado, penas e pelos envolvendo TXRF;
- otimizar as condições experimentais de extração e digestão das amostras de leite, pelos e penas, como tipo e concentração de ácido ou base, temperatura e tempo de contato;
- otimizar e validar o método quantitativo de análise de metais nas matrizes citadas, com a determinação das principais figuras de mérito;
- analisar as amostras de fígado, pelos e penas dos animais
- realizar o tratamento estatístico de todos os dados obtidos, através da criação de planilhas padronizadas para posterior apresentação dos resultados;
- elaborar relatórios parciais para apresentação dos resultados em reuniões da equipe do projeto;



- organizar todos os resultados obtidos no desenvolvimento do projeto e discussões para preparação do relatório final.

3. Metodologia Resumida

No estudo de varredura as amostras de fígado serão trituradas e homogeneizadas em Ultra-turrax tube. A pasta obtida será armazenada em freezer.

O método de varredura para amostras de fígado será baseado na extração em meio ácido ou alcalino, e análise por TXRF. Para otimização do método, a amostra triturada será fortificada com concentração conhecida dos analitos, homogeneizada e armazenada à -10 °C. Uma pequena massa (entre 50 e 100 mg) será pesada e será adicionado um pequeno volume (de 200 a 500 µL) de HNO₃ 65% ou de hidróxido de tetrametilamônio (TMAH). A mistura será homogeneizada em vortex e então serão adicionados água ultrapura e o padrão interno. Após homogeneização, uma alíquota do extrato será depositada nos discos de quartzo do TXRF e analisados. Algumas condições serão otimizadas utilizando planejamento de experimentos: massa de amostra, volume e tipo de extrator, tipo e concentração do padrão interno. A melhor condição será validada.

As amostras de penas e pelos requerem uma etapa de pré-tratamento para remover contaminantes exógenos que podem ficar aderidos as amostras e conduzir a resultados superestimados. Para lavagem dos pelos será utilizado um procedimento padronizado recomendado pela Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA) que utiliza acetona e água. As amostras de pena também serão lavadas com água e acetona. Após a etapa de lavagem as amostras serão secas em capela de fluxo laminar. As amostras de pelo e penas também precisam ser cominuídas para os métodos de varredura e quantitativo. Nesse sentido será avaliada a viabilidade de moagem utilizando o moinho criogênico disponível no CRA.

O método de varredura para pelos e penas será baseado na extração ácida ou alcalina usando HNO₃ ou TMAH e análise por TXRF. Para otimização, amostras brancas lavadas e moídas de acordo com os procedimentos descritos no item 3.2 serão fortificadas com concentrações conhecidas dos elementos de interesse. Após a fortificação, as amostras serão secas e utilizadas para a otimização do método. As variáveis avaliadas serão: massa de amostra, volume e concentração de TMAH, tempo de contato, tipo e concentração do padrão interno. Planejamento de experimentos também será utilizado visando diminuir o número de experimentos e tempo necessário para a otimização. A melhor condição será validada e aplicada para a análise das amostras coletadas de animais da região impactada.



Pretende-se desenvolver e validar um único método quantitativo que possa ser utilizado para análise de penas e pelos. O método quantitativo para as essas matrizes será baseado na digestão ácida (ácido nítrico) assistida por radiação micro-ondas e posterior análise por ICP-MS. Serão otimizados o volume de ácido e o programa de aquecimento (tempo e temperatura de digestão). Após a otimização o método será validado.

O método quantitativo para análise de leite será baseado na digestão ácida (ácido nítrico) assistida por radiação micro-ondas e posterior análise por ICP-MS. Serão otimizados o volume de ácido e o programa de aquecimento (tempo e temperatura de digestão). Após a otimização o método será validado.

4. Cronograma de Atividades

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

Atividades	Bimestre					
	1	2	3	4	5	6
Treinamentos nos equipamentos	X					
Otimização das condições experimentais do TXRF para varredura das amostras de fígado, pelos e penas	X	X				
Validação do método de varredura empregando TXRF para análise das amostras de fígado, pelos e penas		X				
Aplicação dos métodos de varredura para as amostras coletadas			X	X	X	X
Otimização das condições experimentais para o método quantitativo para amostras de leite, pelos e penas		X				
Validação e aplicação do método quantitativo para análise de leite, pelos e penas			X	X	X	X
Pesquisa da literatura	X	X	X	X	X	X
Tratamentos estatísticos	X	X	X	X	X	X
Elaboração de relatórios parciais					X	X



Nome: MSc. Igor Forattini Prates Carvalhais Noronha

Nível da Bolsa: D1 (Bolsista estudante de doutorado)

Carga Horária Semanal: 20 horas

1. Introdução

O bolsista participará principalmente de todo o desenvolvimento, validação e aplicação do método quantitativo para análise das amostras de sangue, com dedicação de 20 (vinte) horas semanais de atividades. Além disso, o bolsista participará de treinamento nos equipamentos, planejamento dos experimentos, preparo de amostras, tratamento de dados e reuniões para discussão dos resultados com apresentação de relatórios.

2. Objetivos

- pesquisar constantemente a literatura para criar embasamento suficiente na realização dos experimentos de preparo de amostra e validação;
- otimizar as condições experimentais de preparo das amostras de sangue, investigando a viabilidade de se aplicar diluição para simplificar o processo de preparo;
- otimizar e validar o método quantitativo de análise de metais na matriz citada, com a determinação das principais figuras de mérito;
- analisar as amostras de sangue dos animais
- realizar o tratamento estatístico de todos os dados obtidos, através da criação de planilhas padronizadas para posterior apresentação dos resultados.
- elaborar relatórios parciais para apresentação dos resultados em reuniões da equipe do projeto.

3. Metodologia Resumida

Por se tratar de uma matriz menos complexa, pretende-se realizar a análise das amostras de sangue e leite homogeneização manual. O método quantitativo para sangue será baseado no guia de preparo para amostras clínicas para análise por ICP-MS (Agilent, 2020). O método consiste em diluir as amostras com uma solução aquosa contendo 4% de butanol, 0,01% de EDTA, 0,01% de Triton X-100 e 1% de TMAH, adicionando também o padrão interno. Após a diluição e homogeneização, a amostra pode ser analisada



diretamente por ICP-MS. O método será validado utilizando amostras brancas de sangue bovino e o MRC de sangue bovino (ERM - CE196).

4. Cronograma de Atividades

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

Atividades	Bimestre					
	1	2	3	4	5	6
Treinamentos nos equipamentos	X					
Realização de estudos preliminares para verificar a viabilidade do emprego da diluição para análise direta	X					
Otimização e validação do método quantitativo para análise de sangue		X				
Análise das amostras de sangue		X	X	X	X	X
Pesquisa da literatura	X	X	X	X	X	X
Tratamentos estatísticos	X	X	X	X	X	X
Elaboração de relatórios parciais					X	X



Nome: MSc. Cassiano Lino Santos Costa

Nível da Bolsa: D1 (Bolsista estudante de doutorado)

Carga Horária Semanal: 15 horas

1. Introdução

O bolsista participará principalmente de todo o desenvolvimento, validação e aplicação do método de varredura e quantitativo para análise de amostras de pelo e penas, com dedicação de 15 (quinze) horas semanais de atividades. Além disso, o bolsista participará de treinamento nos equipamentos, planejamento dos experimentos, preparo de amostras, tratamento de dados e reuniões para discussão dos resultados com apresentação de relatórios.

2. Objetivos

- pesquisar constantemente a literatura para criar embasamento suficiente na realização dos experimentos de preparo de amostra e validação;
- otimizar as condições experimentais de extração (varredura) e digestão (quantitativo) das amostras de pelo e penas, como tipo e concentração de ácido ou base, temperatura e tempo de contato;
- validar os métodos de varredura e quantitativo de análise de metais nas matrizes citadas, com a determinação das principais figuras de mérito;
- analisar as amostras de pelos e penas dos animais;
- realizar o tratamento estatístico de todos os dados obtidos, através da criação de planilhas padronizadas para posterior apresentação dos resultados.
- elaborar relatórios parciais para apresentação dos resultados em reuniões da equipe do projeto.

3. Metodologia Resumida

Para lavagem dos pelos será utilizado um procedimento padronizado recomendado pela Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA) que utiliza acetona e água. As amostras de pena também serão lavadas com água e acetona. Após a etapa de lavagem as amostras serão secas em capela de fluxo laminar. As amostras de pelo e penas



também precisam ser cominuídas para os métodos de varredura e quantitativo. Nesse sentido será utilizado o moinho criogênico disponível no CRA.

O método de varredura para pelos e penas será baseado na extração ácida ou alcalina usando HNO₃ ou TMAH e análise por TXRF. Para otimização, amostras brancas lavadas e moídas de acordo com os procedimentos descritos no item 3.2 serão fortificadas com concentrações conhecidas dos elementos de interesse. Após a fortificação, as amostras serão secas e utilizadas para a otimização do método. As variáveis avaliadas serão: massa de amostra, volume e concentração de TMAH, tempo de contato, tipo e concentração do padrão interno. Planejamento de experimentos também será utilizado visando diminuir o número de experimentos e tempo necessário para a otimização. A melhor condição será validada e aplicada para a análise das amostras dos animais da região impactada.

Pretende-se desenvolver e validar um único método quantitativo que possa ser utilizado para análise de penas e pelos. O método quantitativo para as essas matrizes será baseado na digestão ácida (ácido nítrico) assistida por radiação micro-ondas e posterior análise por ICP-MS. Serão otimizados o volume de ácido e o programa de aquecimento (tempo e temperatura de digestão). Após a otimização o método será validado.

4. Cronograma de Atividades

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

Atividades	Bimestre					
	1	2	3	4	5	6
Treinamentos nos equipamentos	X					
Otimização das condições experimentais para extração e digestão das amostras		X				
Validação do método quantitativo e varredura para análise de pelos e penas		X	X			
Aplicar os métodos validados para análise das amostras de pelos e penas dos animais			X	X	X	X
Pesquisa da literatura	X	X	X	X	X	X
Tratamentos estatísticos	X	X	X	X	X	X
Elaboração de relatórios parciais					X	X



Nome: MSc. Ana Gabriella Carvalho Miguita

Nível da Bolsa: D1 (Bolsista estudante de doutorado)

Carga Horária Semanal: 15 horas

1. Introdução

O bolsista participará do tratamento quimiométrico dos dados gerados por todos os grupos, com dedicação de 15 (quinze) horas semanais de atividades. Além disso, o bolsista participará de reuniões para discussão dos resultados com apresentação de relatórios.

2. Objetivos

- aplicar ferramentas quimiométricas, como Análise por Componentes Principais (PCA) e a Análise de Agrupamentos Hierárquicos (HCA) para análise dos resultados obtidos;
- analisar os gráficos obtidos (escores e pesos para PCA e dendogramas para HCA) visando correlacionar os teores de metais e metaloides assim como o perfil das amostras;
- elaborar relatórios parciais para apresentação dos resultados em reuniões da equipe do projeto.

3. Metodologia Resumida

Todo o tratamento dos dados da validação (curvas de calibração, precisão, veracidade, cálculo de incertezas etc.) será realizado no Excel. O tratamento dos dados das amostras analisadas será realizado nos softwares dos equipamentos utilizados (TXRF e ICP-MS) e no Excel. Correlações de Pearson também serão avaliadas buscando estabelecer correlações entre os metais e metalóides encontrados nas diferentes matrizes.

Considerando o grande número de amostras e possivelmente de analitos é importante utilizar estratégias adicionais para interpretação dos dados. Assim, além do tratamento estatístico convencional, serão utilizadas algumas ferramentas quimiométricas exploratórias visando avaliar principalmente a similaridade entre amostras e correlação entre variáveis. Dentre essas ferramentas destaca-se a Análise por Componentes Principais (PCA) e a Análise de Agrupamentos Hierárquicos (HCA).



As análises dos gráficos obtidos (escores e pesos para PCA e dendogramas para HCA) permitirão estimar a influência de cada variável em cada amostra, assim como avaliar e correlacionar os as amostras, em função do tipo de animal, local de amostragem etc. O tratamento de dados será feito empregando o software Matlab e o pacote PLS toolbox.

4. Cronograma de Atividades

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

Atividades	Bimestre					
	1	2	3	4	5	6
Auxílio no planejamento dos experimentos que envolverão tratamento quimiométrico	X	X				
Uso de PCA para tratamento e interpretação dos resultados			X	X	X	
Aplicação de HCA para tratamento e interpretação dos resultados			X	X	X	
Pesquisa da literatura	X	X	X	X	X	X
Elaboração de relatórios parciais					X	X



Nome: Bolsista de doutorado 4 (a definir)

Nível da Bolsa: D1 (Bolsista estudante de doutorado)

Carga Horária Semanal: 20 horas

1. Introdução

O bolsista participará principalmente de todo desenvolvimento, validação e aplicação do método de varredura para análise de amostras de fígado e quantitativo para amostras de leite, com dedicação de 20 (vinte) horas semanais de atividades. Além disso, o bolsista participará de treinamento nos equipamentos, planejamento dos experimentos, preparo de amostras, tratamento de dados e reuniões para discussão dos resultados com apresentação de relatórios.

2. Objetivos

- pesquisar constantemente a literatura para criar embasamento suficiente na realização dos experimentos de preparo de amostra e validação;
- desenvolver o método de varredura para análise de fígado envolvendo TXRF;
- otimizar as condições experimentais de extração e digestão das amostras de leite, como tipo e concentração de ácido ou base, temperatura e tempo de contato;
- validar o método quantitativo de análise de metais nas matrizes citadas, com a determinação das principais figuras de mérito;
- analisar as amostras dos animais da região impactada
- realizar o tratamento estatístico de todos os dados obtidos, através da criação de planilhas padronizadas para posterior apresentação dos resultados.
- elaborar relatórios parciais para apresentação dos resultados em reuniões da equipe do projeto.

3. Metodologia Resumida

No estudo de varredura as amostras de fígado serão trituradas e homogeneizadas em Ultra-turrax tube e armazenadas em freezer.

O método de varredura para amostras de fígado será baseado na extração em meio ácido ou alcalino, e análise por TXRF. Para otimização do método, a amostra triturada será



fortificada com concentração conhecida dos analitos, homogeneizada e armazenada à -10 °C. Uma pequena massa (entre 50 e 100 mg) será pesada e será adicionado um pequeno volume (de 200 a 500 µL) de HNO₃ 65% ou de hidróxido de tetrametilamônio (TMAH). A mistura será homogeneizada em vortex e então serão adicionados água ultrapura e o padrão interno. Após homogeneização, uma alíquota do extrato será depositada nos discos de quartzo do TXRF e analisados. Algumas condições serão otimizadas utilizando planejamento de experimentos: massa de amostra, volume e tipo de extrator, tipo e concentração do padrão interno. A melhor condição será validada e aplicada para análise das amostras.

O método quantitativo para análise de leite será baseado na digestão ácida (ácido nítrico) assistida por radiação micro-ondas e análise por ICP-MS. Serão otimizados o volume de ácido e o programa de aquecimento (tempo e temperatura de digestão). Após a otimização o método será validado e aplicado para a análise das amostras.

4. Cronograma de Atividades

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

Atividades	Bimestre					
	1	2	3	4	5	6
Treinamentos nos equipamentos	X	X				
Otimização das condições experimentais para TXRF, extração e digestão das amostras		X	X			
Validação do método quantitativo e varredura para análise de leite e fígado, respectivamente			X	X	X	
Análise das amostras dos animais da região impactada						
Pesquisa da literatura	X	X	X	X	X	X
Tratamentos estatísticos	X	X	X	X	X	X
Elaboração de relatórios parciais					X	X



Nome: Guilhermina de Oliveira Souza

Nível da Bolsa: M1 (Bolsista estudante de mestrado)

Carga Horária Semanal: 20 horas

1. Introdução

O bolsista participará principalmente de todo o desenvolvimento, validação e aplicação do método quantitativo para análise de metais e metaloides em fígado, rins e músculo, com dedicação de 20 (vinte) horas semanais de atividades. Além disso, o bolsista participará de treinamento nos equipamentos, planejamento dos experimentos, preparo de amostras, tratamento de dados e reuniões para discussão dos resultados com apresentação de relatórios.

2. Objetivos

- pesquisar constantemente a literatura para criar embasamento suficiente na realização dos experimentos de preparo de amostra e validação;
- otimizar das condições experimentais de extração e digestão das amostras de fígado, rins e músculo, como tipo e concentração de ácido ou base, temperatura e tempo de contato;
- validar o método quantitativo de análise de metais nas matrizes citadas, com a determinação das principais figuras de mérito;
- aplicar o método para as amostras dos animais da região impactada;
- realizar o tratamento estatístico de todos os dados obtidos, através da criação de planilhas padronizadas para posterior apresentação dos resultados;
- elaborar relatórios parciais para apresentação dos resultados em reuniões da equipe do projeto.

3. Metodologia Resumida

As amostras de fígado, rins e musculo serão trituradas e homogeneizadas em Ultra-turrax tube. A pasta obtida será armazenada em freezer. O método quantitativo para as essas matrizes será baseado na digestão ácida (ácido nítrico) assistida por radiação micro-ondas e análise por ICP-MS. Inicialmente o método



será desenvolvido para fígado, sendo otimizados o volume de ácido e o programa de aquecimento (tempo e temperatura de digestão). Após a otimização o método será validado. Para as matrizes de rim e musculo será avaliada a possibilidade de se realizar uma ampliação de escopo do método desenvolvido e validado para fígado.

4. Cronograma de Atividades

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

Atividades	Bimestre					
	1	2	3	4	5	6
Treinamentos nos equipamentos	X					
Otimização das condições experimentais para extração e digestão ácida	X	X				
Validação do método quantitativo para análise de rins, fígado e músculo		X	X			
Análise das amostras dos animais da região impactada		X	X	X	X	X
Pesquisa da literatura	X	X	X	X	X	X
Tratamentos estatísticos	X	X	X	X	X	X
Elaboração de relatórios parciais					X	X



Nome: Amanda Cristina Soares Coelho

Nível da Bolsa: M1 (Bolsista estudante de mestrado)

Carga Horária Semanal: 20 horas

1. Introdução

O bolsista participará principalmente de todo o desenvolvimento, validação e aplicação do método de varredura e quantitativo para análise de amostras de pelo e penas, com dedicação de 20 (vinte) horas semanais de atividades. Além disso, o bolsista participará de treinamento nos equipamentos, planejamento dos experimentos, preparo de amostras, tratamento de dados e reuniões para discussão dos resultados com apresentação de relatórios.

2. Objetivos

- pesquisar constantemente a literatura para criar embasamento suficiente na realização dos experimentos de preparo de amostra e validação;
- otimizar das condições experimentais de extração e digestão das amostras de pelo e penas, como tipo e concentração de ácido ou base, temperatura e tempo de contato;
- validar os métodos de varredura e quantitativo de análise de metais nas matrizes citadas, com a determinação das principais figuras de mérito;
- analisar as amostras de pelos e penas dos animais da região impactada;
- realizar o tratamento estatístico de todos os dados obtidos, através da criação de planilhas padronizadas para posterior apresentação dos resultados.
- elaborar relatórios parciais para apresentação dos resultados em reuniões da equipe do projeto.

3. Metodologia Resumida

As amostras de penas e pelos serão lavadas utilizando um procedimento padronizado recomendado pela Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA) que utiliza acetona e água. Após a etapa de lavagem as amostras serão secas em capela de fluxo laminar. As amostras de pelo e penas também precisam ser cominuídas para os métodos de varredura

