



12/04/2022

Número: **5084381-43.2020.8.13.0024**

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

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

Última distribuição : **26/06/2020**

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

Processo referência: **50715214420198130024**

Assuntos: **Mineração, Brumadinho, Mariana**

Segredo de justiça? **NÃO**

Justiça gratuita? **NÃO**

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

Partes	Advogados
Ministério Público - MPMG (AUTOR)	
ESTADO DE MINAS GERAIS (AUTOR)	
	MARIO EDUARDO GUIMARAES NEPOMUCENO JUNIOR (ADVOGADO) LYSSANDRO NORTON SIQUEIRA (ADVOGADO) CASSIO ROBERTO DOS SANTOS ANDRADE (ADVOGADO) SERGIO PESSOA DE PAULA CASTRO (ADVOGADO)
DEFENSORIA PUBLICA DO ESTADO DE MINAS GERAIS (AUTOR)	
VALE S/A (RÉU/RÉ)	
	ANA JULIA GREIN MONIZ DE ARAGAO (ADVOGADO) HUMBERTO MORAES PINHEIRO (ADVOGADO) MARCOS LUIZ DOS MARES GUIA NETO (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)	
MINISTERIO PUBLICO DA UNIAO (TERCEIRO INTERESSADO)	
Advocacia Geral do Estado (TERCEIRO INTERESSADO)	
ADVOCACIA GERAL DA UNIAO (TERCEIRO INTERESSADO)	
	MARCELO KOKKE GOMES (ADVOGADO) MARCUS VINICIUS PEREIRA DE CASTRO (ADVOGADO)
DEFENSORIA PUBLICA DA UNIAO EM MINAS GERAIS (TERCEIRO INTERESSADO)	

Documentos			
Id.	Data da Assinatura	Documento	Tipo
121836501	26/06/2020 14:30	Petição Inicial	Petição Inicial
121836536	26/06/2020 14:30	DOC 1 - PROCESSO SELETIVO - CHAMADA 14	Outros documentos

121836538	26/06/2020 14:30	DOC 2 - PROPOSTA FUNDEP	Outros documentos
121837997	26/06/2020 14:30	DOC 3 - PROPOSTA RECOMENDADA E TERMO DE COMPROMISSO ÉTICO E DE CONFIDENCIALIDADE	Outros documentos
121837999	26/06/2020 14:30	RECOMENDAÇÃO CHAMADA 14	Outros documentos
121952811	27/06/2020 11:02	Certidão de Triagem	Certidão de Triagem
330196873	13/08/2020 16:54	Decisão	Decisão
329996884	13/08/2020 16:54	5084381-43.2020.8.13.0024 (Chamada 14)	Decisão
482945075	28/08/2020 19:44	Petição	Petição
482945079	28/08/2020 19:44	vale-peticao-ufmg-quesitos-chamada14.280820	Petição
482945080	28/08/2020 19:44	UFLA_VALE_Avaliacao_Tecnica_Chamadas_14_15_v03[1]	Documento de Comprovação
629480011	11/09/2020 18:17	Decisão	Decisão
629480013	11/09/2020 18:17	5084381-43.2020.8.13.0024 - APROVAÇÃO CHAMADA 14	Decisão
640920130	14/09/2020 12:58	Decisão	Intimação
758368287	22/09/2020 19:13	MPMG-ass PETICAO - Chamadas UFMG - 5084381-43.2020.8.13.0024 CHAMADA 14 - 21Set2020	Manifestação da Promotoria
758368288	22/09/2020 19:13	MPMG-NT AECOM Chamadas 14 e 15	Manifestação da Promotoria
839315174	29/09/2020 08:44	Manifestação da Advocacia Pública	Manifestação da Advocacia Pública
839315177	29/09/2020 08:44	EMG_quesitos_assistente tecnico_chamada 14	Manifestação da Advocacia Pública
849659843	29/09/2020 16:27	Petição	Petição
849659849	29/09/2020 16:27	vale-ufmg-valor-chamada14.290920	Petição
936934817	06/10/2020 13:32	Ofício	Ofício
936934833	06/10/2020 13:32	5084381-43.2020.8.13.0024 - APROVAÇÃO CHAMADA 14	Documento de Comprovação
961679859	07/10/2020 11:45	Certidão	Certidão
961679868	07/10/2020 11:45	5084381 ZIMBRA	Documento de Comprovação
961679885	09/10/2020 14:10	E-MAIL	Juntada
999024888	09/10/2020 14:10	5084381 E-MAIL	Juntada
999349795	09/10/2020 14:11	E-MAIL	Intimação
1003634817	09/10/2020 19:03	Petição	Petição
1003634818	09/10/2020 19:03	pet_quesitos_chamada14	Petição
1091194800	20/10/2020 13:16	Petição	Petição
1091194820	20/10/2020 13:16	vale-ufmg-impugnação-quesitos-chamada14.201020	Petição
1091194809	20/10/2020 13:16	UFLA_VALE_Impugnacao_quesitos_chamada_14_EMG_v02	Documento de Comprovação
1239734921	03/11/2020 18:26	Petição	Petição
1239734928	03/11/2020 18:26	vale-ufmg-impugnação-quesitos-chamada14.031120	Petição
1239734929	03/11/2020 18:26	UFLA_VALE_Impugnacao_quesitos_chamada_14_ATs_MPMG_v02	Documento de Comprovação
1239734931	03/11/2020 18:26	Resolucao_0458_2004	Documento de Comprovação
1264944886	05/11/2020 13:19	Reenvio de ofício	Certidão
1264944889	05/11/2020 13:19	5084381 Zimbra	Documento de Comprovação
1355784833	11/11/2020 17:37	Decisão	Decisão
1355784842	11/11/2020 17:37	QUESITOS CHAMADA 14 - 5084381-43.2020.8.13.0024	Decisão
1366409816	12/11/2020 11:15	Decisão	Intimação
1425399819	17/11/2020 13:44	MPMG-ACP 5084381-43.2020.8.13.0024 - ciência de dec. ID 999349795 - 09NOV2020	Manifestação da Promotoria
1525619918	24/11/2020 14:59	MPMG-ACP 5084381-43.2020.8.13.0024 - ciente - 23NOV20	Manifestação da Promotoria
1604234890	30/11/2020 21:50	Manifestação da Defensoria Pública	Manifestação da Defensoria Pública
2353755193	29/01/2021 18:31	Manifestação	Manifestação

5866763230	21/09/2021 12:47	Petição	Petição
5866763237	21/09/2021 12:47	peticao_EMG_substitui_assistente_tecnico_chamada_14	Petição

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 pesquisas a serem realizadas por pesquisadores da UFMG.

Ficando os presentes autos contendo documentos da denominada CHAMADA 14.



PROCESSO SELETIVO

CHAMADA 14



CHAMADA DIVULGADA



**CHAMADA PÚBLICA INTERNA INDUZIDA Nº 14/2019
ANÁLISE DE COMPOSTOS ORGÂNICOS EM ÁGUA SUBTERRÂNEA**

O Comitê Técnico-Científico do **Projeto Brumadinho-UFMG** chama propostas para desenvolvimento de atividades nos termos que se seguem.

1. APRESENTAÇÃO

1.1. CONTEXTO DA CHAMADA

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

Em função do rompimento da Barragem da Mina “Córrego do Feijão” foram ajuizadas ações judiciais (autos 5000121-74.2019.8.13.0054, 5010709-36.2019.8.13.0024, 5026408-67.2019.8.13.0024, 5044954-73.2019.8.13.0024) que tramitam perante o Juízo da 6ª Vara da Fazenda Pública da Comarca de Belo Horizonte. No âmbito desses processos judiciais foi concebido o “Projeto de Avaliação de Necessidades Pós-Desastre do colapso da Barragem da Mina Córrego do Feijão”, aprovado em audiência e consolidado mediante o Termo de Cooperação Técnica nº 037/19, firmado entre a UFMG e o Juízo da 6ª Vara da Fazenda Pública da Comarca de Belo Horizonte.

1.2. PROJETO BRUMADINHO-UFMG

O “Projeto de Avaliação de Necessidades Pós-Desastre do colapso da Barragem da Mina Córrego do Feijão” (**Projeto Brumadinho-UFMG**) tem como *objetivo geral* auxiliar o Juízo da 6ª Vara da Fazenda Pública da Comarca de Belo Horizonte a identificar e avaliar os impactos decorrentes do rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão.

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

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

1.3. CHAMADAS PÚBLICAS E COMITÊ TÉCNICO CIENTÍFICO

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



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

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

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

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

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

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

2. OBJETO DA CHAMADA DE SUBPROJETO

O rompimento da barragem B1 da Mina córrego do Feijão em Brumadinho causou o espalhamento de 12,7 milhões de m³ de rejeitos do processo de mineração de ferro que desconfigurou a calha do córrego Ferro-Carvão e afetou a qualidade da água do Rio Paraopeba desde Brumadinho até a represa de Retiro Baixo. Dependendo de características hidrogeológicas e hidrogeoquímicas da bacia do Paraopeba na área afetada, a composição da água superficial do córrego Ferro-Carvão e do rio Paraopeba pode afetar a composição de águas subterrâneas. Dessa forma um diagnóstico da qualidade das águas subterrâneas nessas áreas é muito importante para avaliação de possíveis rotas de exposição a potenciais poluentes decorrentes do rejeito da Barragem de Brumadinho.

2.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar a rota de exposição e potabilidade das águas subterrâneas com relação a compostos orgânicos da Norma CONAMA 396.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar compostos orgânicos da Norma CONAMA 396 em amostras de água subterrânea da bacia do Rio Paraopeba coletadas segundo plano amostral do Subprojeto 10/2019.

2.3. METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS A SEREM OBSERVADOS

A determinação dos compostos orgânicos deverá ser feita segundo métodos da EPA 8270D (2014), 8316 (1994), 531.2 (2001), 643 EN 14372 (2004), 8082 (2007), 3550C (2007), 8015C (2007), 5021, (2003), 8260C (2006), 300.1 (1999), 531.2 (2001), POP TEC FQ 082, 3561 (1996), metodologias



reconhecidas e utilizadas internacionalmente ou ainda metodologias validadas segundo normas do INMETRO.

A entrega e o processamento inicial das amostras deverão ser auditados por agente independente, credenciado para tanto, contratado pelo próprio proponente, podendo ser acompanhado por membro do Comitê e representantes das partes.

Dados da amostra e rastreabilidade: cada amostra deverá ser identificada por código de barras GS1-128 e cadastrada com informações relativas à sua coleta, aos responsáveis pela coleta, pela auditoria da coleta, pelo transporte e pelo recebimento para armazenamento, dentre outras informações relevantes.

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

As propostas de estudos e de pesquisas devem ter um caráter multidisciplinar sempre que possível. Os resultados dos estudos serão disponibilizados para outros estudos e serão utilizados nas diversas avaliações, além de serem parte do Relatório de Avaliação Consolidado e referência para o desenvolvimento do Plano de Recuperação. Portanto, o proponente deverá ter uma abordagem multidisciplinar e percepção da relação desta pesquisa com o conjunto de atividades do **Projeto Brumadinho-UFMG**.

2.4. PRODUTOS

Os produtos a serem entregues pela Coordenação do Subprojeto são:

- relatório completo com todas as atividades envolvidas no subprojeto, resultados obtidos, discussões e conclusões.
- relatório financeiro dos gastos realizados no Subprojeto.

2.5. PRAZOS

As análises deverão ser iniciadas a partir de 30 dias contados da assinatura do contrato decorrente desta chamada e finalizada num prazo máximo de 45 dias, podendo esse prazo ser antecipado ou prorrogado excepcionalmente, mediante justificativa.

3. REQUISITOS PARA CANDIDATURA

Poderão ser proponentes:

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



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

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

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

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

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



- l) recebeu presentes de pessoas que tiverem interesse na causa antes ou depois de iniciado o processo, que aconselhar alguma das partes ou *amicus curiae* descritos item 1 desta Chamada acerca do objeto da causa ou que subministrar meios para atender às despesas do litígio;
- m) tiver como credor ou devedor, de seu cônjuge ou companheiro ou de parentes destes, em linha reta até o terceiro grau, inclusive, quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos item 1 desta Chamada
- n) tiver interesse direto no julgamento dos processos em favor de quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos item 1 desta Chamada.

5. SUBMISSÃO DA PROPOSTA E CRONOGRAMA

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

As propostas deverão conter:

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

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

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

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

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

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

CRONOGRAMA	
APRESENTAÇÃO DE PROPOSTAS	ATÉ 25/05/2020
RESULTADO PRELIMINAR	ATÉ 28/05/2020
INTERPOSIÇÃO DE RECURSO	ATÉ 29/05/2020
RESULTADO FINAL	ATÉ 02/06/2020



6. AVALIAÇÃO DAS PROPOSTAS

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

6.1. COMITÊ TÉCNICO CIENTÍFICO

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

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

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

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

6.2. AVALIAÇÃO E SELEÇÃO

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

As propostas serão analisadas em três etapas:

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

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

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

6.3 Os critérios de julgamento das propostas apresentadas são:

- 6.3.1 Consistência, mérito, viabilidade do conteúdo e adequação da metodologia da proposta;
- 6.3.2 Competência e experiência prévia dos Coordenadores na área do Subprojeto proposto;
- 6.3.3 Qualificação da equipe para execução do Subprojeto;
- 6.3.4 Plano(s) de trabalho(s) do(s) bolsista(s);
- 6.3.5 Viabilidade de execução do Subprojeto;



6.3.6 Adequação dos aparelhos, equipamentos e espaço físico, previstos e orçados para o funcionamento e operacionalização efetiva do Subprojeto;

6.3.7 Adequação do cronograma físico-financeiro e do orçamento proposto;

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

7. ITENS FINANCIÁVEIS

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

8. ATRIBUIÇÕES DOS COORDENADORES

São atribuições do Coordenador do Subprojeto selecionado:

- a) Responsabilizar-se pela execução das atividades do Subprojeto, conforme proposto e contratado (Anexo I).
- b) Responsabilizar-se pela alocação de todos os recursos do projeto.
- c) Constituir a equipe de execução do Subprojeto, observando os impedimentos constantes do item 4 da presente Chamada.
- d) Coordenar, orientar e supervisionar a equipe do Subprojeto.
- e) Coordenar, orientar e supervisionar a execução de serviços terceiros contratados pelo Subprojeto.
- f) Responsabilizar-se pela elaboração de relatórios e apresentação de resultados.
- g) Responsabilizar-se pelo atendimento das demandas do Comitê Técnico-Científico do **Projeto Brumadinho-UFMG** e do Juízo.

9. DISPOSIÇÕES GERAIS

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

Os casos não previstos nesta chamada serão resolvidos pelo CTC.

ANEXO I – Contrato

ANEXO II – Termo Ético e de Confidencialidade



ANEXO I – Contrato

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

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

CLÁUSULA PRIMEIRA – DO OBJETO

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

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

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

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

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

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

Parágrafo Terceiro - São obrigações da Contratada:

I - prestar os serviços na forma e condições definidas no presente instrumento e em conformidade com as Ordens de Serviço de que trata o inciso I, do Parágrafo Quarto, da Cláusula Segunda, responsabilizando-se pela sua perfeita e integral execução;

II- receber e administrar os recursos destinados à execução do Subprojeto, em conta bancária



específica e individualizada para a presente contratação;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

XV – ressarcir à Contratante no caso de uso de bens e serviços próprios da instituição apoiada, para execução do Subprojeto a que se refere a Cláusula Primeira;

XVI - solucionar, judicialmente ou extrajudicialmente, quaisquer litígios com terceiros, decorrentes da execução deste contrato. Na hipótese de a Contratante ser condenada subsidiariamente,



caberá a esta direito de regresso contra a Contratada;

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

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

Parágrafo Quarto: São obrigações da Contratante:

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

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

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

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

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

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

CLÁUSULA TERCEIRA - DA COORDENAÇÃO/ FISCALIZAÇÃO

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

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

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

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

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

Parágrafo Segundo – A remuneração a que se refere o caput será efetuada no prazo de ... (fixar) dias, a contar da apresentação da Nota Fiscal/Fatura ao servidor/setor competente da Contratante, que atestará a sua conformidade com o Relatório de Serviços a que se refere o parágrafo seguinte.



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

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

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

CLÁUSULA QUINTA - DA DOTAÇÃO ORÇAMENTÁRIA

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

CLÁUSULA SEXTA – DOS VALORES DO SUBPROJETO

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

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

CLÁUSULA SÉTIMA - DA DISPENSA DO PROCEDIMENTO LICITATÓRIO

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

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

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

CLÁUSULA NONA - PUBLICIDADE

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

Parágrafo único: Para efeito de publicação do extrato deste instrumento no Diário Oficial da União, e respectivo lançamento no sistema de controle e gestão de contratos do Governo Federal,



considerar-se-á o valor do contrato como sendo de R\$ 000.000,00 (...) consoante o disposto no parágrafo único da cláusula sexta.

CLÁUSULA DEZ – DA VIGÊNCIA

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

CLÁUSULA ONZE - DAS PENALIDADES

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

I - advertência;

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

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

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

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

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

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

CLÁUSULA DOZE - DA RESCISÃO/DIREITOS DA ADMINISTRAÇÃO

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

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

CLÁUSULA TREZE - DO FORO

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

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

Belo Horizonte, de de

Prof. XXXXXXXXXX
Diretor XXXXXXXXXXXXXXXX



Prof. XXXXXXXXXXXXX
Presidente da XXXXXXXXX

Testemunhas

1. _____
(Fundação)

2. _____
(Coordenador do Subprojeto)



ANEXO II – Termo Ético e de Confidencialidade

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

(NOME COMPLETO E DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DA PESSOA), (função no Projeto), (nome ou número de identificação do subprojeto), declara e se compromete:

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

O declarante tem ciência de que as atividades desenvolvidas serão utilizadas em ações judiciais movidas pelo MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS e pelo ESTADO DE MINAS GERAIS, representado pela Advocacia Geral do Estado - AGE, estando também habilitados no polo ativo dos processos, como *amicus curiae*, o MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL, DEFENSORIA PUBLICA DO ESTADO DE MINAS GERAIS, DEFENSORIA PUBLICA DA UNIÃO EM MINAS GERAIS e a ADVOCACIA GERAL DA UNIÃO – AGU, contra a VALE S. A. (autos 5000121-74.2019.8.13.0054, 5010709-36.2019.8.13.0024, 5026408-67.2019.8.13.0024, 5044954-73.2019.8.13.0024) que tramitam perante o Juízo da 6ª Vara da Fazenda Pública da Comarca de Belo Horizonte.

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

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



- d) NÃO É cônjuge ou companheiro, ou qualquer parente, consanguíneo ou afim, em linha reta ou colateral, até o terceiro grau, inclusive, de qualquer das partes ou *amicus curiae* descritos **acima**, do Juízo e de membros do CTC do **Projeto Brumadinho-UFMG**;
- e) NÃO formulou pedidos relacionados com o rompimento da Barragem da Mina “Córrego do Feijão” a quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos **acima**, em juízo ou fora dele; ou ainda, seja cônjuge ou companheiro, ou parente, consanguíneo ou afim, em linha reta ou colateral, até o terceiro grau, de quem tenha formulado pedidos relacionados com o rompimento da Barragem da Mina “Córrego do Feijão” a quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos **acima**, em juízo ou fora dele;
- f) NÃO É sócio ou membro de direção ou de administração de quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos **acima**;
- g) NÃO É herdeiro presuntivo, donatário ou empregador de quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos **acima**;
- h) NÃO É empregado ou tenha qualquer relação de subordinação ou dependência com quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos **acima**;
- i) NÃO prestou serviços relacionados com o rompimento da Barragem da Mina “Córrego do Feijão” a quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos **acima**;
- j) NÃO É cônjuge, companheiro ou parente, consanguíneo ou afim, em linha reta ou colateral, até o terceiro grau, inclusive, de advogados ou representantes das partes ou *amicus curiae* descritos **acima**;
- k) NÃO tem em curso a ação contra quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos **acima**, ou seu advogado;
- l) NÃO É amigo íntimo ou inimigo de quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos **acima**, bem como de seus advogados;
- m) NÃO recebeu presentes de pessoas que tiverem interesse na causa antes ou depois de iniciado o processo, que aconselhar alguma das partes ou *amicus curiae* descritos **acima** acerca do objeto da causa ou que subministrar meios para atender às despesas do litígio;
- n) NÃO TEM como credor ou devedor, de seu cônjuge ou companheiro ou de parentes destes, em linha reta até o terceiro grau, inclusive, quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos **acima**;
- o) NÃO TEM interesse direto no julgamento dos processos em favor de quaisquer das partes ou *amicus curiae* descritos **acima**.

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

BELO HORIZONTE, **DATA**.

NOME COMPLETO

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DA PESSOA



CHAMADA PÚBLICA INTERNA INDUZIDA Nº 14/2019 – RETIFICAÇÃO

ONDE SE LÊ:

ANÁLISE DE COMPOSTOS ORGÂNICOS EM ÁGUA SUBTERRÂNEA

LEIA -SE:

COLETA E ANÁLISE DE COMPOSTOS ORGÂNICOS EM ÁGUA SUBTERRÂNEA

2.1. OBJETIVO GERAL

ONDE SE LÊ:

Avaliar a rota de exposição e potabilidade das águas subterrâneas com relação a compostos orgânicos da Norma CONAMA 396.

LEIA-SE:

Coletar e analisar compostos orgânicos em amostras de água subterrânea da bacia do rio Paraopeba.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

ONDE SE LÊ:

Determinar compostos orgânicos da Norma CONAMA 396 em amostras de água subterrânea da bacia do Rio Paraopeba coletadas segundo plano amostral do Subprojeto 10/2019.

LEIA-SE:

- Coletar amostras de água subterrânea da bacia do rio Paraopeba.**
- Determinar compostos orgânicos da Norma CONAMA 396 nas amostras coletadas.**

2.3. METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS A SEREM OBSERVADOS

ONDE SE LÊ:

A entrega e o processamento inicial das amostras deverão ser auditadas por agente independente, credenciado para tanto, contratado pelo próprio proponente, podendo ser acompanhada por membro do Comitê e representantes das partes.

LEIA-SE:

Todas as amostras deverão ser coletadas de acordo com plano amostral descrito no Anexo III do EDITAL 10. A coleta e preservação deverão seguir os protocolos descritos no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da ANA (Agência Nacional de Águas, 2011), para fins de determinação de compostos orgânicos constantes na Norma CONAMA 396. Os parâmetros físico-químicos devem ser medidos *in situ* utilizando sonda multiparâmetros.



As coletas, a entrega e o processamento inicial das amostras deverão ser auditadas por agente independente, credenciado para tanto, contratado pelo próprio proponente, podendo ser acompanhada por membro do Comitê e representantes das partes.

2.4. PRODUTOS

ONDE SE LÊ:

Os produtos a serem entregues pela Coordenação do Subprojeto são:

- relatório completo com todas as atividades envolvidas no subprojeto, resultados obtidos, discussões e conclusões.
- **relatório financeiro dos gastos realizados no Subprojeto.**

LEIA-SE:

Os produtos a serem entregues pela Coordenação do Subprojeto são:

- relatório completo com todas as atividades envolvidas no subprojeto, resultados obtidos, discussões e conclusões.
- **amostras de água subterrânea georreferenciadas da bacia do rio Paraopeba.**

2.5. PRAZOS

ONDE SE LÊ:

As análises deverão ser iniciadas a partir de 30 dias contados da assinatura do contrato decorrente desta chamada e finalizada num prazo máximo de **45 dias**, podendo esse prazo ser antecipado ou prorrogado, excepcionalmente, mediante justificativa.

LEIA-SE:

As análises deverão ser iniciadas a partir de 30 dias contados da assinatura do contrato decorrente desta chamada e finalizada num prazo máximo de **6 meses**, podendo esse prazo ser antecipado ou prorrogado excepcionalmente, mediante justificativa.



PROPOSTAS APRESENTADAS





UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

PROJETO BRUMADINHO-UFMG

**CHAMADA PÚBLICA INTERNA INDUZIDA Nº 14/2019: COLETA E ANÁLISE DE
COMPOSTOS ORGÂNICOS EM ÁGUA SUBTERRÂNEA**

**Determinação de Compostos Orgânicos Contemplados na Resolução CONAMA 396 em
Águas Subterrâneas Coletadas na Bacia do Rio Paraopeba utilizando as Técnicas de
Cromatografia Gasosa e Cromatografia Líquida Acopladas à Espectrometria de Massas**

Coordenador: Rodinei Augusti

Departamento de Química - Instituto de Ciências Exatas

Maio, 2020



1. JUSTIFICATIVA E CONTEXTUALIZAÇÃO

A captação de água do Rio Paraopeba para tratamento e disponibilização para consumo humano foi interrompida a jusante do ponto onde ocorreu o rompimento da barragem 1 (B1) do complexo da Mina Córrego do Feijão da empresa Vale, em Brumadinho. Isso causou o aumento da utilização de água subterrânea para os diversos fins, além da perfuração de novos poços para garantir o abastecimento. O programa de monitoramento de águas subterrâneas do Estado de Minas Gerais se encontra em fase de implementação pelo IGAM (Instituto Mineiro de Gestão de Águas), e ainda não há dados sobre a qualidade da água dos poços de água subterrânea outorgados pela SEMAD (Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável).

Sabe-se que diversas empresas, comércio e pequenas plantações foram parcialmente ou totalmente destruídos pela passagem do rejeito, além de uma enorme área da própria Vale. A quantidade e a diversidade dos compostos orgânicos presentes na barragem B1 ou ainda no maquinário, veículos, depósitos, transformadores e laboratórios, além de todos os locais no entorno da empresa, que foram arrastados, espalhados e soterrados pelo caminho, ainda não está equacionada.

O tipo de contaminação que pode ter potencialmente ocorrido não tem precedentes e/ou parâmetro de comparação com outros casos de contaminação pelos contaminantes orgânicos frequentemente monitorados em amostras de água subterrâneas e estabelecidos na Resolução CONAMA 396. Esses possíveis contaminantes de identidade, quantidade e concentração desconhecidos foram arrastados abruptamente e simultaneamente, podendo se encontrar na superfície ou ainda soterrados e concentrados no subsolo. Somado a isso, as constantes escavações na região para resgatar os restos mortais das vítimas pode ter alterado a cinética de distribuição desses poluentes levando a uma mudança periódica do cenário de



contaminação. Assim, não se sabe quais e quanto dos compostos foram liberados, e se eles estão acumulados ou não em algum local dos depósitos de lama ou sedimento. É amplamente conhecido que muitas substâncias orgânicas e seus produtos de degradação são altamente tóxicos em quantidades ínfimas e o seu monitoramento é de vital importância para a saúde da população e também dos ecossistemas.

Portanto, mostra-se não apenas importante, como também diligente, que seja avaliada a qualidade das águas subterrâneas das propriedades ao longo do Rio Paraopeba, as quais são usadas para consumo humano e animal. Deste modo, um monitoramento sistemático sobre a presença de compostos orgânicos nocivos nestas águas mostra-se de extrema relevância para acalmar toda a população do entorno da região do acidente.

A avaliação da qualidade das águas subterrâneas da bacia do Rio Paraopeba será realizada de acordo com o plano amostral disponibilizado pelo Comitê Técnico Científico (CTC) da UFMG do Projeto Brumadinho-UFMG na Chamada Pública Induzida 10/2019, apresentado na Figura 1, constando de 144 pontos de amostragem. Acredita-se que os resultados obtidos nesta proposta servirão de subsídio para avaliação da necessidade de monitoramento das águas subterrâneas da região, uma vez que elas têm sido utilizadas para consumo humano, dessedentação animal e irrigação. Apresenta-se como um dos compromissos da presente proposta, a apresentação dos resultados não apenas como uma comparação com os valores guia de qualidade da Resolução CONAMA 396, mas estabelecendo-se correlações fazendo uso de ferramentas quimiométricas, tais como análise de componentes principais (PCA, do inglês *Principal Component Analysis*) e análise de agrupamento hierárquico (HCA, do inglês *Hierarchical Clustering Analysis*). Dessa forma, será possível traçar perfis de similaridades e padrões de distribuição dos compostos orgânicos na bacia do Rio Paraopeba e, no futuro próximo, estabelecer a provável origem desses



elementos, quando dados de concentração desses compostos em solos, sedimentos e rejeitos puderem ser incorporados ao conjunto amostral.

2. OBJETIVOS E METAS

2.1. OBJETIVO GERAL E META FINAL

A avaliação da qualidade das águas subterrâneas da bacia do Rio Paraopeba será realizada de acordo com o plano amostral disponibilizado pelo Comitê Técnico Científico (CTC) da UFMG na Chamada Pública Induzida 10/2019, o qual é apresentado na Figura 1, constando de 144 pontos de amostragem. A coleta das amostras será realizada por uma empresa especializada, a qual será contratada com esta finalidade. A coleta e preservação das amostras serão feitas, necessariamente, seguindo os protocolos descritos no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da Agência Nacional de Águas.¹



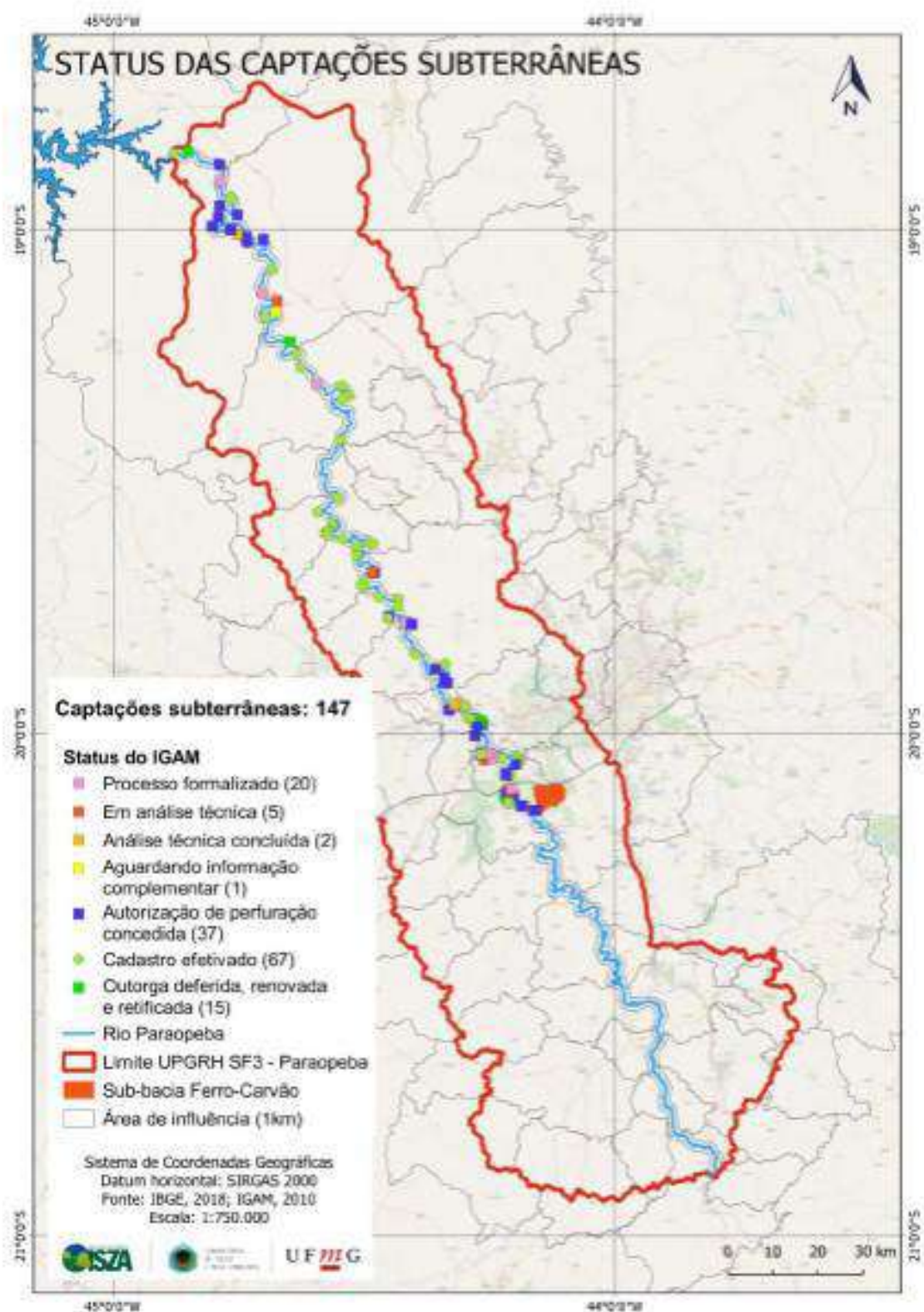


Figura 1. Localização dos 144 pontos de coleta de água subterrânea do plano amostral do CTC do Projeto Brumadinho-UFMG (Fonte: Chamada Pública Induzida 10/2019, onde se cita as coordenadas geográficas destes pontos).



Para as análises das amostras, a equipe apresenta, como objetivo geral e meta final, analisar 62 analitos previstos na Resolução CONAMA 396 (Anexo 1), o que representa 81,6 % dos compostos desta lista, dentro do prazo estipulado de seis meses de execução da proposta. A análise dos 14 analitos restantes envolve métodos de pré-tratamento de amostra muito laboriosos e demorados, incompatíveis com o prazo estipulado neste edital (6 meses). Por esta razão, tais analitos, i. e. benzeno, 1,2-diclorobenzeno, 1,4-diclorobenzeno, 1,2-dicloroetano, 1,1-dicloroetano, 1,2-dicloroetano (*cis* + *trans*), tetracloreto de carbono, tetracloroetano, 1,1,2-tricloroetano, tolueno, xileno total (*o* + *m* + *p*), não serão considerados na presente proposta. Deve-se levar ainda em conta que é muito provável que para os dois primeiros meses de vigência do projeto, a equipe estará totalmente voltada para as tarefas de montagem do laboratório, instalação e treinamento com os novos equipamentos adquiridos. Dentre os 62 analitos selecionados, 18 (29 %) serão analisados por cromatografia líquida acoplada a espectrometria de massas sequencial (UHPLC-2D-MS/MS), enquanto que os 44 restantes (71 %) serão objeto de análise por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (GC-MS e GC-MS/MS), como indicado no Anexo 1. Além disso, todas as amostras serão analisadas via cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massas de alta resolução (HPLC-HRMS) para a realização de uma triagem (*screening*). Maiores detalhes sobre todas estas técnicas serão apresentados nos itens a seguir da presente proposta. Os analitos a serem determinados se dividem em quatro categorias principais: agrotóxicos (AGRs), hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), compostos organoclorados (OCCs) e contaminantes orgânicos voláteis (VOCs), como também indicado no Anexo 1.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A presente proposta apresenta os seguintes objetivos específicos:



1. Contratar e acompanhar a empresa que irá realizar a coleta de amostras de águas subterrâneas para determinação dos compostos orgânicos listados na Resolução CONAMA 396. A empresa a ser contratada deverá cumprir as exigências legais quanto ao sigilo das amostras e as boas práticas preconizadas no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da Agência Nacional de Águas e de acordo com o plano amostral fornecido pelo CTC;
2. Analisar as amostras aplicando metodologias de preparo adequadas para determinação de compostos contemplados na Resolução CONAMA 396 (Anexo 1) pelo uso da técnica de cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massas sequencial (UHPLC-2D-MS/MS), empregando metodologias quantitativas validadas segundo os parâmetros preconizados no guia de validação do INMETRO;²
3. Analisar as amostras aplicando metodologias de preparo adequadas para a determinação de compostos contemplados na Resolução CONAMA 396 (Anexo 1) pelo uso da técnica de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC-MS e GC-MS/MS), empregando metodologias quantitativas validadas segundo os parâmetros preconizados no guia de validação do INMETRO;²
4. Analisar as amostras aplicando metodologias de preparo adequadas para determinação de compostos contemplados na Resolução CONAMA 396 (Anexo 1) pelo uso da técnica de cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massas de alta resolução (UHPLC-HRMS), empregando metodologias no modo de varredura completa (*screening*), buscando outros compostos, além daqueles indicados na Resolução CONAMA 396, bem como possíveis produtos de degradação destes;



5. Para as amostras onde os compostos listados na Resolução CONAMA 396 forem encontrados, e em teores acima dos níveis preconizados, re-análises serão realizadas;
6. Para as amostras para as quais outros compostos (contaminantes emergentes, poluentes, *etc*), além daqueles indicados na Resolução CONAMA 396, forem encontrados, re-análises serão realizadas;
7. Estabelecer correlações de similaridade pelo uso de ferramentas quimiométricas, tais como PCA (*Principal Component Analysis*) e HCA (*Hierarchical Clustering Analysis*), buscando-se traçar perfis de similaridades e padrões de distribuição dos compostos orgânicos das águas subterrâneas da bacia do Rio Paraopeba.

3. CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE AS METODOLOGIAS A SEREM EMPREGADAS NA ANÁLISE DOS ANALITOS SELECIONADOS

3.1. COLETA DAS AMOSTRAS

Todas as amostras serão coletadas por uma empresa acreditada a ser contratada neste projeto. As coletas serão realizadas de acordo com plano amostral descrito no Anexo III do EDITAL 10. A coleta e preservação seguirão os protocolos descritos no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da ANA (Agência Nacional de Águas, 2011), para fins de determinação de compostos orgânicos constantes na Norma CONAMA 396. Os parâmetros físico-químicos serão medidos *in situ* utilizando sonda multiparâmetros. As atividades de entrega e processamento inicial das amostras serão acompanhadas por membro do Comitê e da equipe executora.



3.2. ANÁLISE DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS

As análises *target* (ou alvo) centralizam-se na análise de um grupo ou classe de compostos, nesse caso, os compostos listados na Resolução CONAMA 396. Já as análises *untarget* (ou global) podem ser convenientemente utilizadas como um método de triagem, além de permitir a detecção de analitos que não estão na lista da Resolução CONAMA 396. Os métodos analíticos aqui descritos, que fazem o uso do método de extração denominado *Solid Phase Extraction (SPE)*, das técnicas de cromatografia gasosa ou líquida acoplada a espectrometria de massas e de análises do tipo *target* e *untarget*, são detalhados nos itens a seguir.

3.3. MÉTODO DE EXTRAÇÃO EMPREGADO NAS ANÁLISES: *SOLID PHASE EXTRACTION (SPE)*

A metodologia de SPE que será empregada nas análises das amostras de água subterrânea foi baseada naquela utilizada pelo laboratório da companhia de saneamento de Minas Gerais (COPASA), o qual possui acreditação na norma ISO 17025. Para a otimização do método serão avaliados diferentes de cartucho de fase reversa contendo 500 mg de sorvente e com capacidade para 6 mL. Todos eles são baseados em sílica ou polímero de interações predominantemente hidrofóbicas e são utilizados nas análises realizadas pela COPASA.

As etapas de SPE a serem executadas serão as seguintes: a) condicionamento do cartucho pela adição de 3 mL da solução de acetato de etila:diclorometano (50:50, v/v) seguido de 3 mL de metanol; (b) percolação da amostra, quando serão avaliados os volumes de 250, 500, 750 e 1000 mL de amostras de água subterrânea para verificação do volume de ruptura ideal de compromisso para os analitos de interesse; (c) secagem dos cartuchos pela remoção da fração da água aplicando-se alto vácuo por pelo menos 10 minutos. Esta etapa é



necessária para a perfeita eluição dos analitos; (d) eluição dos analitos do cartucho percolando-se 2 mL de acetona, seguido de 5mL de acetato de etila e, finalmente, 7 mL de diclorometano.

Após a eluição, a água residual será retirada por uma última percolação do eluato orgânico por um cartucho de sulfato de magnésio anidro. Finalmente, após a remoção da água residual, os 7 mL de percolado final serão evaporados sob fluxo de nitrogênio (aproximadamente 40 °C) até o volume de aproximadamente 0,7 mL, o qual será completado para 1 mL com acetato de etila em *vial* de injeção. Desse *vial* serão retiradas alíquotas para injeção nos sistemas de cromatografia líquida e gasosa.

3.4. ANÁLISES POR CROMATOGRAFIA GASOSA ACOPLADA À ESPECTROMETRIA DE MASSAS (GC-MS e GC-MS/MS)

As análises dos compostos orgânicos serão realizadas em um cromatógrafo a gás (Agilent modelo Intuvo 9000) acoplado a um espectrômetro de massas com analisador quadrupolo MS/MS (Agilent modelo 7010B). O injetor será operado no modo *splitless*, numa temperatura entre 250 °C - 270 °C, durante 1 a 2 min. Será utilizada uma coluna 5% fenil-polidimetil-siloxilana, DB-5MS Agilent (30 m x 250 µm x 0,25 µm), e fluxo de hélio (pureza de 99,999 %) variando entre 1,2 e 1,5mL min⁻¹. O programa de temperatura do forno inicia em 80 °C seguido de aquecimento a uma taxa variando entre 20 e 30 °C min⁻¹ até 150 °C – 160 °C; aumento para 210 °C a uma taxa de 10 °C min⁻¹ e patamar de 4 min; aumento para 240 °C a uma taxa de 15 °C min⁻¹; aumento para 280 °C a uma taxa de 10 °C min⁻¹ e patamar de 10 min. O espectrômetro de massas será operado no modo de impacto de elétrons (EI) com energia de 70 eV e modo positivo. A temperatura da fonte de íons será 200 °C e a temperatura da interface de 300 °C. Os métodos desenvolvidos serão validados de acordo com o que é preconizado pelo guia de validação do INMETRO.²



3.5. ANÁLISES POR CROMATOGRAFIA LÍQUIDA ACOPLADA À ESPECTROMETRIA DE MASSAS (UHPLC-HRMS E UHPLC-2D-MS/MS)

3.5.1. Análises target (UHPLC-2D-MS/MS)

Todos os compostos listados na Resolução CONAMA 396 podem ser analisados por cromatografia a líquido e a gás acoplada à espectrometria de massas. O grande diferencial nessas duas técnicas é em relação ao escopo de alguns compostos que possuem melhor resposta analítica como sensibilidade, seletividade ou requerem um preparo de amostras mais vantajoso em uma determinada técnica e empregando uma determinada engenharia de equipamento. Atualmente os equipamentos de cromatografia a líquido de ultra resolução (UHPLC) representam o estado da arte na área de separações de compostos não voláteis e/ou termicamente instáveis com o maior poder de separação, menor dispersão e análises de poucos minutos ou alguns segundos em alguns casos. Entre os analisadores de massas os mais amplamente utilizados para análises de rotina de compostos conhecidos (análise *target*) são aqueles que empregam quadrupolos sequenciais ou armadilhas de íons.

Os espectrômetros de massas contendo quadrupolos sequenciais merecem destaque devido sua robustez, além de não requererem calibração periódica, fornecerem respostas estáveis e com grande capacidade de filtrar relações massa/carga sem grande perda da intensidade do sinal. Frequentemente, os equipamentos mais sensíveis do mercado são baseados nessa tecnologia e os laboratórios de rotina de análise de água como a COPASA, em Minas Gerais, e a SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo), em São Paulo, empregam essas tecnologias para o controle da qualidade das amostras de água que recebem.

Apesar da grande sensibilidade e seletividade das técnicas de UHPLC acoplada a espectrômetros de massas do tipo triplo quadrupolo, nem sempre esses equipamentos



conseguem produzir respostas adequadas para os níveis extremamente baixos de poluentes permitidos nas amostras de água segundo as resoluções CONAMA. Para esses casos a análise direta das amostras de água por simples filtração e injeção não é compatível com a finalidade requerida. Nessas situações, um preparo de amostras adequado é de fundamental importância para eliminar interferentes e pré-concentrar os analitos elevando a relação sinal ruído da resposta instrumental.

Entre as diversas técnicas de preparo de amostras existentes, a extração em fase sólida é uma das mais adequadas para análise da qualidade de água. O uso da extração em fase sólida faz parte da rotina dos laboratórios como COPASA e SABESP, sendo mais frequentemente empregada na modalidade *off line* com cartuchos tipo seringa descartáveis, juntamente com sistemas manuais de extração. Apesar da maior simplicidade dessa estratégia, erros associados à baixa reprodutibilidade das extrações, estresse do operador e baixa frequência analítica são comuns. Sistemas *online* de extração em fase sólida são os dispositivos mais avançados que permitem contornar todas essas limitações além de aumentar a frequência analítica.

Da lista dos compostos orgânicos preconizados na Resolução CONAMA 396, 20 deles serão analisados por cromatografia líquida de ultra eficiência acoplada a um espectrômetro de massas do tipo triplo quadrupolo, conforme especificado na tabela do Anexo 1, com preparo de amostras por extração em fase sólida (SPE) *on line* ou injeção direta. Para maiores detalhes sobre as condições a serem empregadas na extração SPE, consultar o item 3.1.1 desta proposta.

O equipamento empregado, comprovadamente capaz de realizar a determinação de tais compostos, será o cromatógrafo a líquido UPLC ACQUITY UPLC I-Class FTM-I contendo o sistema *online* de extração em fase sólida BSM/BSM 2D PLUS acoplado ao



espectrômetro de massas triplo quadrupolo Xevo TQ-S micro. Esse equipamento foi um dos dois equipamentos que demonstraram capacidade analítica para análise direta de amostras de água exigidos no Pregão SABESP 00.178/19.

3.5.2. Análises *untarget* (UHPLC-HRMS)

Em geral, as análises *target* (i.e., focadas em compostos alvo específicos) são as mais aplicadas em estudos de monitoramento ambiental, utilizando padrões analíticos para a quantificação absoluta dos analitos em escopo.^{3,4} Entretanto, com a evolução dos espectrômetros de massas de alta resolução (HRMS) nas últimas décadas e seu acoplamento com técnicas de separação como a cromatografia líquida (LC), surgiu a opção de detectar centenas de contaminantes e seus produtos de degradação, utilizando uma abordagem *untarget* (i.e., global, sem a pré-seleção de compostos alvo).⁴ As análises *untarget* podem ser convenientemente utilizadas como um método de triagem, que permite ampliar a gama de contaminantes detectados e agilizar o monitoramento dos mesmos nas amostras.⁵ Além disso, essa abordagem permite também identificar novos poluentes emergentes ou compostos atípicos, não inclusos nas listas de contaminantes dos órgãos reguladores,⁶ que venham a ocorrer nas amostras em estudo. Após a etapa de triagem, as amostras seguem para a análise *target*, com foco especial nas que apresentaram resultado positivo em relação a algum contaminante, para então ser confirmado e quantificado.

Em comparação aos espectrômetros de massas do tipo triplo-quadrupolo utilizados nas análises *target*, os instrumentos de HRMS utilizados nas análises *untarget* apresentam maior sensibilidade no modo de varredura de massas (*full scan*) e maior exatidão de massa, o que favorece a identificação de compostos desconhecidos.⁶ Essas duas abordagens são altamente complementares, fornecendo juntas informações mais completas sobre os contaminantes presentes nas amostras. Por exemplo, Meng *et al.*⁴ utilizaram um método



untarget de triagem seguido de um método *target* para avaliar a presença de poluentes orgânicos em amostras de água superficial do lago Dianshan, na China. O método *untarget* permitiu a detecção de 95 potenciais contaminantes de diversas classes, dos quais 19 foram tentativamente identificados e subsequentemente confirmados e quantificados utilizando um método *target*. Abordagens semelhantes envolvendo métodos de triagem utilizando LC-HRMS têm sido propostas também para águas subterrâneas,⁷⁻⁹ águas de descarte¹⁰ e água potável.^{11,12}

Produtos de degradação/ transformação de pesticidas são formados no ambiente por meio de processos bióticos (pela ação de microorganismos) ou abióticos (e.g., fototransformação direta e indireta, hidrólise, oxidação, redução).¹³ Muitos produtos de transformação tem se mostrado menos tóxicos do que os pesticidas que os deram origem. Porém, em diversos casos a toxicidade é mantida ou aumentada, por exemplo, quando: (1) a parte estrutural ativa da molécula permanece intacta; (2) o produto formado age como um pró-pesticida, que é metabolizado no pesticida após absorção pelo organismo; (3) o fator de bio-concentração é maior do que no pesticida original; (4) forma-se um produto com atividade toxicológica diferente do pesticida original (e.g., disruptor endócrino, carcinogênico).^{13,14} Os produtos de transformação de pesticidas não receberam tanta atenção no passado por não serem considerados toxicologicamente relevantes e por limitações analíticas para determiná-los.¹³ Porém, novas informações sobre sua presença e impactos no ambiente tem surgido com o avanço da espectrometria de massas. Por exemplo, Moschet *et al.*¹⁵ utilizaram um método de triagem por LC-HRMS na avaliação ambiental de cinco rios na Suíça, detectando mais de cem pesticidas e quarenta produtos de transformação. Entre os compostos detectados, encontram-se produtos de transformação da atrazina, metolacoloro, alacoloro e simazina, os quais estão incluídos na CONAMA 396. Um estudo similar também utilizando triagem por LC-HRMS foi desenvolvido por Kiefer *et al.*,¹⁶ no qual 13 produtos de



transformação foram confirmados ou tentativamente identificados em águas subterrâneas, incluindo sete produtos oriundos do fungicida clorotanilil e dois do herbicida metalocloro, ambos listados na CONAMA 396.

Assim, no presente projeto propõe-se aplicar um método *untarget* para triagem inicial de contaminantes nas amostras de água subterrânea coletadas em localidades atingidas pelo rompimento da Barragem da Mina Córrego do Feijão. As amostras com triagem positiva para contaminantes orgânicos não voláteis (compatíveis com cromatografia líquida) regulamentados pela Resolução CONAMA 396 (Anexo 1) serão, então, subsequentemente analisadas quantitativamente por análise *target*. Com isso, busca-se simultaneamente: (i) agilizar a determinação dos analitos regulamentados, uma vez que a análise *target* pode focar especialmente nas amostras com triagem positiva; e (ii) investigar a possível presença de outros compostos, não regulamentados, porém que podem ser relevantes para avaliar o impacto do rompimento da barragem (e.g., produtos de transformação de contaminantes, novos poluentes emergentes, compostos utilizados no processo de mineração).

Nos métodos *untarget*, busca-se preparos de amostra que sejam simples e pouco seletivos, de forma a manter compostos de diversas classes potencialmente presentes nas amostras. Na maioria dos estudos, o preparo de amostras de água tem sido realizado por extração em fase sólida (SPE), utilizando cartuchos com adsorventes adequados para reter tanto compostos lipofílicos quanto hidrofílicos.^{4,7-11,17} Além da extração, a SPE também promove a pré-concentração desses compostos, o que ajuda a aumentar a sensibilidade do método. Por outro lado, trata-se de uma etapa demorada, que consome relativamente grandes quantidades de adsorventes e solventes orgânicos e envolve diversas etapas de manipulação da amostra. Dessa forma, na presente proposta, propõe-se a utilização um preparo de amostra mais direto, com simples filtração da amostra e injeção no sistema de análise por LC-HRMS, como o utilizado por Brunner *et al.*¹³ para águas de abastecimento humano.



No desenvolvimento do método de triagem, pretende-se testar uma mistura de compostos representativos, incluídos na Resolução CONAMA 396 (Anexo 1), porém buscando condições que sejam também adequadas para o maior número possível de potenciais contaminantes. Para isso, pretende-se utilizar um amplo gradiente de fase móvel na separação por LC, que favoreça a separação de compostos de diferentes polaridades. Em relação à detecção, será utilizado um espectrômetro de massas do tipo Q-Exactive Orbitrap (ThermoScientific), que atinge resoluções consideravelmente altas, da ordem de 140.000 (para m/z 200), com baixos erros de massa ($< 3\text{ppm}$). As condições a serem utilizadas do espectrômetro de massas serão avaliadas a partir de estudos reportados na literatura e testes utilizando a mistura de compostos representativos. Pretende-se analisar as amostras em modo de *polarity switching*, no qual é possível adquirir dados nos modos de ionização negativo (ESI-) e positivo (ESI+) durante a mesma separação, de modo a abranger um maior número de compostos, porém sem aumentar o tempo total de análise.

A maioria dos guias de validação de métodos analíticos trata apenas de métodos *target*, porém é importante que os métodos de triagem também passem por algum tipo de validação que ajude a avaliar a sua adequação ao objetivo pretendido. O documento SANCO/12571/2013 da União Europeia,⁵ sobre o controle da qualidade analítica na determinação de resíduos de pesticidas em amostras de alimentos e rações, é o único, dentro do nosso conhecimento, que inclui recomendações para métodos de triagem (qualitativos). Assim, apesar de o presente projeto ter uma proposta de aplicação diferente (contaminantes em águas subterrâneas), pretende-se utilizar as recomendações desse guia. Nesse sentido, o documento SANCO/12571/2013 recomenda a avaliação de parâmetros como: (i) o limite de detecção de triagem (SDL) para os compostos representativos; (ii) a seletividade, utilizando amostras branco; (iii) critérios para a identificação ou identificação tentativa de compostos por HRMS; e (iv) dados adicionais de validação que podem ser coletados utilizando



resultados obtidos com a realização contínua de testes de controle de qualidade (QC) e verificações da performance do método durante as análises de rotina, como a construção de cartas de controle.

As amostras serão analisadas em ordem aleatória, intercaladas com amostras branco (para garantir a ausência de contaminantes que poderiam interferir em análises subsequentes) e misturas de padrões contendo alguns compostos representativos próximos do SLD (para confirmar que os compostos permanecem detectáveis no decorrer de toda a sequência analítica). Para os compostos representativos e para outros compostos definidos, como os orgânicos não voláteis presentes na Resolução CONAMA 396, pode-se criar uma lista de valores de m/z a serem rapidamente extraídos nos arquivos de dados adquiridos, utilizando o próprio *software* de controle do equipamento (XCalibur, ThermoScientific) ou opções de livre acesso, como o ProteoWizard,¹⁸ um *software* originalmente desenvolvido para proteômica, porém muito eficiente para rápida análise de dados de MS em diversas aplicações.

Já o processamento de dados para detecção e identificação de outros compostos, pode ser realizado utilizando o *software* Compound Discoverer (ThermoScientific) ou outras ferramentas, como algumas comumente utilizadas no processamento de dados obtidos por análises *untarget* em metabolômica, como o XCMS,^{19,20} MZmine²¹ e El Maven,²² entre outros. A etapa de identificação dos íons extraídos é realizada através de buscas de valores de m/z de alta resolução em bases de dados, utilização da massa exata e do padrão isotópico para determinação de fórmulas moleculares mais prováveis, além de comparações em bibliotecas espectrais para dados obtidos por espectrometria de massas sequencial (MS/MS).



3.6. TRATAMENTO DOS DADOS

Antes da análise dos dados faz-se necessária seu pré-processamento. Os mais comuns são deconvolução dos sinais, filtragem de ruído, detecção e alinhamento de picos cromatográficos, correção da linha de base e preenchimento de lacunas. Outras etapas incluem centralização, dimensionamento e transformação de dados que são utilizadas para minimizar os erros experimentais. Após essas etapas de pré-processamento e pré-tratamento dos dados são realizadas as análises estatísticas, que pode ser univariadas e multivariadas. De forma geral, as análises *target* usam uma abordagem univariada e as análises *untarget* uma abordagem multivariada.

3.6.1. Análises *target*

Os métodos desenvolvidos passarão pela etapa de validação segundo as normas do guia de validação do INMETRO,² onde será avaliado seu desempenho para as condições nas quais está sendo proposto. A validação será feita por meio do uso de padrões. O processo de validação assegura a qualidade da análise realizada e gera informações confiáveis e interpretáveis sobre as amostras.

A validação de um método pode ser demonstrada por meio da determinação de alguns parâmetros analíticos, denominados figuras de mérito. Neste projeto, os seguintes parâmetros serão considerados: seletividade, linearidade e faixa linear, precisão, recuperação, limite de detecção e limite de quantificação.^{2,23,24}

Os resultados obtidos serão comparados com os limites estabelecidos na legislação (norma, legislação). Nesta etapa, diferentes testes estatísticos serão aplicados, como teste t-Student, teste F, análise de variância (ANOVA).²⁵



3.6.2. Análises *untarget*

A grande quantidade de dados gerados nas análises *untarget* requer a implementação de tratamento dos dados pós-aquisição, antes da etapa de identificação. Nessa etapa, os dados serão processados usando o *software* do equipamento (Xcalibur). A saída do *software* será importada para ambiente Matlab para realização das análises quimiométricas (análises multivariadas). O uso da quimiometria permite reconhecer padrões e similaridades em dados altamente complexos.²⁵ Os padrões são identificados nos resultados e depois podem ser classificados com base na similaridade entre as amostras. Estes podem ser usados para identificar perfis de distribuição de um composto, bem como destacar o grau de contaminação em uma determinada área. Para aplicar as ferramentas quimiométricas, os dados serão organizados na forma de matriz e pré-processados.

Após o pré-processamento, os dados serão avaliados empregando métodos de análise não-supervisionados, como Análise de Componentes Principais (PCA) e HCA (*Hierarchical Clustering Analysis*). Os resultados da PCA serão apresentados por meio dos gráficos de *scores*, que mostram as relações entre as amostras e gráfico de *loadings* (pesos) que indicam as relações entre as variáveis. A análise desses gráficos permite identificar similaridades entre as amostras, uma vez que amostras similares formam agrupamentos, e caracterizar compostos que são responsáveis pelos agrupamentos e separações das amostras. Os resultados obtidos nas análises *target* e *untarget* permitirão obter um perfil de distribuição química dos compostos analisados/ encontrados na região amostrada.



4. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

Conforme Chamada Pública Interna Induzida 14/2019, o cronograma de execução da proposta tem prazo máximo de seis meses. O cronograma de execução é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Cronograma de execução das atividades experimentais do projeto, divididas em seis meses.

Atividades	Mês					
	1	2	3	4	5	6
Contratação de uma empresa especializada e acreditada para a realização das coletas	X					
Entrega e armazenamento das amostras na presença de um membro do CTC			X	X		
Aquisição de materiais consumíveis para a realização das análises	X	X				
Treinamento da equipe com os equipamentos	X	X				
Ajuste das condições de preparo de amostras e dos parâmetros analíticos instrumentais	X	X	X			
Validação dos métodos e avaliação dos parâmetros de mérito			X	X		
Análise das amostras				X	X	X
Tratamento dos dados aplicando-se ferramentas quimiométricas					X	X
Elaboração do mapa amostral com o perfil de distribuição dos compostos orgânicos nas águas subterrâneas georreferenciadas da bacia do rio Paraopeba				X	X	X
Relatório completo com todas as atividades envolvidas no subprojeto, resultados obtidos, discussões e conclusões.						X



5. EQUIPE

A vigência do projeto será de seis meses. Diante do grande volume de amostras e, conseqüentemente, do grande volume de dados que será gerado, dimensionou-se a equipe para que todo o trabalho seja cumprido no prazo (Tabela 2). Deve-se enfatizar que os pesquisadores que constituem a equipe tem grande experiência com os temas envolvidos na proposta, como pode ser verificado nos respectivos CV Lattes. Isso garante que a equipe tem muita experiência e, deste modo, está totalmente preparada para lidar com os problemas que certamente surgirão no transcorrer dos trabalhos. De forma resumida, os pesquisadores são especialistas nas seguintes áreas: Rodinei Augusti e Adriana Nori de Macedo (espectrometria de massas), Zenilda de Lourdes Cardeal e Helvécio Costa Menezes (cromatografia gasosa e análises ambientais), Ricardo Mathias Orlando (cromatografia líquida, extração em fase sólida e análises ambientais) e Mariana Ramos de Almeida (tratamento de dados e quimiometria). Um resumo da produção científica e tecnológica nos últimos cinco anos (2016-2020) dos pesquisadores membros da equipe da equipe é apresentado na Tabela 3.



Tabela 2. Equipe de trabalho do projeto.

Nome	Categoria da Bolsa	Atividades	Carga Horária Semanal (h)
Prof. Dr. Rodinei Augusti (http://lattes.cnpq.br/3784094744916006)	P1	Coordenação da proposta e das compras, contratação de serviços de terceiros, treinamento da equipe, elaboração de protocolos, fiscalização da empresa responsável pelas coletas, elaboração de relatórios, instalação do equipamento UHPLC-HRMS, treinamento da equipe, análise no modo <i>full scan</i> para detectar os compostos descritos na Resolução CONAMA 396, análise <i>untarget</i> das amostras para detecção dos compostos não contemplados nas listas Resolução CONAMA 396.	1
Profa. Dra. Zenilda de Lourdes Cardeal (http://lattes.cnpq.br/0821156703012194)	P1	Coordenação de compras, fiscalização da empresa responsável pelas coletas, elaboração de relatórios, instalação do equipamento de GC-MS/MS de alta sensibilidade. Treinamento da equipe para os métodos GC/MS acompanhamento e suporte durante a etapa de validação com avaliação dos parâmetros de desempenho (seletividade, linearidade, limites de detecção e quantificação, exatidão, e precisão), Acompanhamento da equipe, análise das amostras para determinação quantitativa dos compostos da lista da	1



Nome	Categoria da Bolsa	Atividades	Carga Horária Semanal (h)
		Resolução CONAMA 396.	
Prof. Dr. Ricardo Mathias Orlando (http://lattes.cnpq.br/8138054200128314)	P2	Treinamento de equipe, fiscalização da empresa responsável pelas coletas, elaboração de relatórios, instalação do equipamento de UHPLC-2D-MS/MS (bidimensional de alta sensibilidade), treinamento da equipe, análise das amostras para determinação quantitativa dos compostos da Resolução CONAMA 396.	1
Prof. Dr. Helvécio Costa Menezes (http://lattes.cnpq.br/8501096347724709)	P2	Coordenação de compras, fiscalização da empresa responsável pelas coletas, elaboração de relatórios, instalação do equipamento de GC-MS/MS de alta sensibilidade. Orientação para implementar e executar os protocolos de análise, acompanhamento das determinações quantitativas das amostras, orientação para os cálculos das incertezas combinadas dos processos analíticos envolvidos, avaliação e discussão dos resultados obtidos. Acompanhamento da equipe, análise das amostras para determinação quantitativa dos compostos da Resolução CONAMA 396.	1
Profa. Dra. Mariana Ramos de Almeida (http://lattes.cnpq.br/6690913086860156)	P2	Coordenação de compras, fiscalização da empresa responsável pelas coletas, treinamento no equipamento de GC-MS/MS,	1



Nome	Categoria da Bolsa	Atividades	Carga Horária Semanal (h)
		preparo e análise das amostras para determinação quantitativa dos compostos contemplados na Resolução CONAMA 396, elaboração de relatórios, tratamento dos dados obtidos pelas análises <i>target</i> e <i>untarget</i> , aplicação das ferramentas quimiométricas.	
Profª. Dra. Adriana Nori de Macedo (http://lattes.cnpq.br/1346159798306897)	P2	Fiscalização da empresa responsável pelas coletas, acompanhamento da instalação do equipamento de UHPLC-HRMS (alta resolução), criação de protocolos de utilização e manutenção do UHPLC-HRMS, treinamento da equipe que fará uso desse equipamento, desenvolvimento do método a ser utilizado nas análise de varredura das amostras para detecção dos compostos não contemplados na lista da Resolução CONAMA 396, acompanhamento dessas análises e do processamento de dados envolvido.	1



Nome	Categoria da Bolsa	Atividades	Carga Horária Semanal (h)
Vinícius Pires Gonçalves (http://lattes.cnpq.br/4158983882437581)	M1	Auxílio no preparo das amostras e na implantação e validação de métodos <i>target</i> e <i>untarget</i> para a detecção dos compostos orgânicos nas amostras de água subterrânea. Treinamento nos equipamentos de UHPLC-HRMS, UHPLC-2D-MS/MS e GC-MS/MS, análise das amostras para determinação quantitativa e/ou varredura dos compostos contemplados na Resolução CONAMA 396. Dados a serem obtidos voltados aos respectivos trabalhos de mestrado.	20
Msc. Millena Christie Ferreira Avelar (http://lattes.cnpq.br/8190355591231615)	P5	Recebimento das amostras, limpeza de frascos, lavagem de materiais, preparo de soluções, calibração de equipamentos, etiquetagem de frascos, auxílio no preparo das amostras. Implantação e validação de métodos <i>target</i> e <i>untarget</i> para a detecção dos compostos orgânicos nas amostras de água	20



Nome	Categoria da Bolsa	Atividades	Carga Horária Semanal (h)
Msc. Marina Caneschi de Freitas (http://lattes.cnpq.br/4981845613241792)		subterrânea. Treinamento nos equipamentos de UHPLC-HRMS, UHPLC-2D-MS/MS e GC-MS/MS, análise das amostras para determinação quantitativa e/ou varredura dos compostos contemplados na Resolução CONAMA 396.	10
Msc. José Messias Gomes (http://lattes.cnpq.br/9384120272737724)			20
Aluno de Iniciação Científica (a ser definido)	IX	Recebimento das amostras, limpeza de frascos, lavagem de materiais, preparo de soluções, calibração de equipamentos, etiquetagem de frascos, auxílio no preparo das amostras. Auxílio na implantação e validação de métodos baseados em GC-MS	30



Tabela 3. Resumo numérico da produção científica e tecnológica da equipe proponente do atual projeto. Os dados referem-se à produtividade dos pesquisadores membros da equipe nos últimos cinco anos (2016-2020).

Indicador Quantitativo de Produtividade	Valor
Artigos Científicos	94
Patentes	15
Orientação de Dissertações de Mestrado Concluídas	15
Orientação de Teses de Doutorado Concluídas	4



6. ORÇAMENTOS

Tabela 4. Despesas com recursos humanos.

Integrante da equipe	Carga Horária Semanal (horas)	Quantidade de Meses	Valor da Bolsa Mensal (R\$)	Valor Total da Bolsa (R\$)
Rodinei Augusti	1	6	1.233,35	7.400,10
Zenilda de Lourdes Cardeal	1	6	1.233,35	7.400,10
Ricardo Mathias Orlando	1	6	1.171,68	7.030,08
Helvécio Costa Menezes	1	6	1.171,68	7.030,08
Mariana Ramos de Almeida	1	6	1.171,68	7.030,08
Adriana Nori de Macedo	1	6	1.171,68	7.030,08
Vinícius Pires Gonçalves	20	6	2.210,16	13.260,96
José Messias Gomes	20	6	3.946,71	23.680,26
Millena Christie Ferreira Avelar	20	6	3.946,71	23.680,26
Marina Caneschi de Freitas	10	6	1.973,36	11.840,16
Aluno de Iniciação Científica (a ser definido)	20	6	729,36	4.376,16
Total				119.758,32



Tabela 5. Materiais de consumo e despesas com serviços de terceiros para o desenvolvimento experimental do projeto.

Item	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)	Descrição
Contratação da empresa responsável pelas coletas ^a	1 ^a	32.063,70 ^a	32.063,70 ^a	Coleta de amostras de água para análise dos compostos orgânicos
Seringas de 3mL	10caixas com 100 unidades cada	40,00	400,00	Filtração das amostras de água subterrânea
Seringas de 1mL	10 caixas com 100 unidades cada	40,00	400,00	Filtração das amostras de água subterrânea
Filtros de 0,45 um	300 unidades	5,00	1.500,00	Filtração das amostras de água subterrânea
Luvas nitrílicas	10 caixas	35,90	359,00	Manipulação de frascos e soluções em laboratório
Reagentes auxiliares: ácido fórmico, hidróxido de amônio, ácido acético	1 L de cada	500,00	1500,00	Preservante para as amostras, solventes e reagentes para preparo de fase móvel para UHPLC



Item	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)	Descrição
Vidrarias certificadas ^b	50 unidades	100,00	5.000,00	Preparo de soluções para a calibração de equipamentos e preservação de amostras
Micropipetas de volumes variados ^b	10	500,00	5.000,00	Preparação das soluções dos padrões
Ponteiras para micropipetas	10 pacotes com 1000 unidades cada	50,00	500,00	Preparação das soluções dos padrões
Vidrarias auxiliares (frascos de 100, 200, 500 e 1000 mL) ^b	50 unidades	15,00	750,00	Preparo de soluções e fase móvel
Padrões analíticos da lista CONAMA 396 que serão quantificados por cromatografia a gás	26	700,00	18.200,00	Análise dos compostos listados na Resolução CONAMA 396 por cromatografia a gás
Padrões analíticos da lista CONAMA 396 que serão quantificados por cromatografia líquida	21	700,00	14700,00	Análise dos compostos listados na Resolução CONAMA 396 por cromatografia líquida



Item	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)	Descrição
Colunas de cromatografia gasosa	3	4.825,00	14.475,00	Análise das amostras de água subterrânea
Colunas de SPE online para análise por UPLC-2D-MS/MS	1	5.000,00	5.000,00	Análise das amostras de água subterrânea
Cartuchos de extração em fase sólida para análises por GC-MS/MS	27 pacotes com 30 unidades cada	494,07	13.339,89	Análise das amostras de água subterrânea
Filtro de seringa de PVDF(0,22 µm)	5 pacotes com 100 unidades cada	424,79	2.123,95	Filtração das amostras de água subterrânea
Filtro de seringa de PTFE (0,22 µm)	5 pacotes com 100 unidades cada	285,85	1.429,25	Filtração das amostras de água subterrânea
Acetonitrila grau LC	10 galões de 4 L	356,00	3.560,00	Análise das amostras de água subterrânea



Item	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)	Descrição
Metanol grau LC	2 galões de 20 L	3.192,00	6.384,00	Análise das amostras de água subterrânea
Acetona grau LC	1 galão de 6 L	1.700,00	1.700,00	Análise das amostras de água subterrânea
Tetrahidrofurano grau LC	1 galão de 2,5 L	891,00	891,00	Análise das amostras de água subterrânea
Acetato de etila grau LC	2 galões de 4 L	2.000,00	4.000,00	Análise das amostras de água subterrânea
Cloreto de metileno grau LC	1 galãode 6 L	1.639,00	1.639,00	Análise das amostras de água subterrânea
Gás Hélio 5.0	5 cilindros	1.800,00	9.000,00	Análise das amostras de água subterrânea



Item	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)	Descrição
Gás Nitrogênio	2 cilindros	1.200,00	2.400,00	Análise das amostras de água subterrânea
Outros consumíveis para o laboratório (sais, tubos Falcon)			10.000,00	Análise das amostras de água subterrânea
Leitor de código de barras	3	500,00	1.500,00	Leitura do código de barras das amostras
TOTAL			157.814,79	

^a Orçamento número 12722-4361 fornecido pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI). O orçamento encontra-se de posse com o coordenador da proposta; ^b Itens duráveis que serão utilizados em outros projetos associados aos equipamentos e laboratórios.



Tabela 5. Orçamento consolidado do projeto considerando as taxas administrativas da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Instituto de Ciências Exatas (ICEx), Departamento de Química (DQ) e Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa (FUNDEP).

Descrição	Valor (R\$)
Material de consumo	157.814,79
Bolsas/ recursos humanos	119.758,32
Sub-total 1	277.573,11
Taxa UFMG (2%)	5.551,46
Taxa ICEx (2%)	5.551,46
Taxa DQ (8%)	22.205,85
Sub-total 2	33.308,77
CUSTO TOTAL (Sub-total 1 + 2)	310.881,88
Custo por Analito Analisado ^a	34,82 ^a

^a Custo Total / [Número de Amostras (144) x Número de Analitos por Amostra (62)]



7. REFERÊNCIAS

1. <https://www.ana.gov.br/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua/agua-subterranea>, acessado em 22/01/2020.
2. INMETRO. Orientação sobre validação de métodos analíticos. DOQ-CGCRE-008. 2018. Disponível em: www.inmetro.gov.br. Acesso em: março 2020
3. Bletsou, A. A.; Jeon, J.; Hollender, J.; Archontaki, E.; Thomaidis, N. S.; *Trends Anal. Chem.* 2015, **66**, 32.
4. Meng, D.; Fan, D.; Gu, W.; Wang, Z.; Chen, Y.; Bu, H.; Liu, J.; *Chemosphere* 2020, **243**, 125367.
5. European Commission. SANCO/12571/2013.Guidance document on analytical quality control and validation procedures for pesticide residues analysis in food and feed; 2013.
6. Hogenboom, A. C.; van Leerdam, J. A.; de Voogt, P.; *J.Chromatogr. A* 2009, **1216**, 510.
7. Ter Laak, T. L.; Puijker, L. M.; van Leerdam, J. A.; Raat, K. J.; Kolkman, A.; de Voogt, P.; van Wezel, A. P.; *Sci. Total Environ.* 2012, **427–428**, 308.
8. Soulier, C.; Coureau, C.; Togola, A.; *Sci. Total Environ.* 2016, **563–564**, 845.
9. Pinasseau, L.; Wiest, L.; Fildier, A.; Volatier, L.; Fones, G. R.; Mills, G. A.; Mermillod-Blondin, F.; Vulliet, E.; *Sci. Total Environ.* 2019, **672**, 253.
10. Hug, C.; Ulrich, N.; Schulze, T.; Brack, W.; Krauss, M.; *Environ. Pollut.* 2014, **184**, 25.
11. Albergamo, V.; Escher, B. I.; Schymanski, E. L.; Helmus, R.; Dingemans, M. M. L.; Cornelissen, E. R.; Kraak, M. H. S.; Hollender, J.; De Voogt, P.; *Environ. Sci. Water Res. Technol.* 2020, **6**, 103.



12. Brunner, A. M.; Bertelkamp, C.; Dingemans, M. M. L.; Kolkman, A.; Wols, B.; Harmsen, D.; Siegers, W.; Martijn, B. J.; Oorthuizen, W. A.; ter Laak, T. L.; *Sci. Total Environ.* 2020, **705**, 135779.
13. Fenner, K.; Canonica, S.; Wackett, L. P.; Elsner, M.; *Science* 2013, **341**, 752.
14. Sinclair, C. J.; Boxall, A. B. A.; *Environ. Sci. Technol.* 2003, **37**, 4617.
15. Moschet, C.; Wittmer, I.; Simovic, J.; Junghans, M.; Piazzoli, A.; Singer, H.; Stamm, C.; Leu, C.; Hollender, J.; *Environ. Sci. Technol.* 2014, **48**, 5423.
16. Kiefer, K.; Müller, A.; Singer, H.; Hollender, J.; *Water Res.* 2019, **165**, 114972.
17. Angeles, L. F.; Islam, S.; Aldstadt, J.; Saeed, K. N.; Alam, M.; Khan, M. A.; Johura, F. T.; Ahmed, S. I.; Aga, D. S.; *Sci. Total Environ.* 2020, **712**, 136285.
18. Kessner, D.; Chambers, M.; Burke, R.; Agus, D.; Mallick, P.; *Bioinformatics* 2008, **24**, 2534.
19. Smith, C. A.; Want, E. J.; Maille, G. O.; Abagyan, R.; Siuzdak, G.; *Anal. Chem.* 2006, **78**, 779.
20. Tautenhahn, R.; Patti, G. J.; Rinehart, D.; Siuzdak, G.; *Anal. Chem.* 2012, **84**, 5035.
21. Pluskal, T.; Castillo, S.; Villar-Briones, A.; Orešič, M.; *BMC Bioinformatics* 2010, **11**.
22. Clasquin, M. F.; Melamud, E.; Rabinowitz, J. D.; *Curr. Protoc. Bioinformatics* 2012, **14**.
23. EURACHEM Guide: The fitness for purpose of analytical methods – A laboratory guide to method validation and related topics. Magnusson, B. and U. Örnemark (Ed.), 2014.
24. Miller, J. N.; Miller, J. C.; *Statistics and chemometrics for analytical chemistry*. 6th ed. Harlow: Prentice Hall, 2010



25. Massart, D.L.; *Handbook of chemometrics and qualimetrics. Data handling in science and technology* v 20A-20B. Amsterdam; New York: Elsevier, 1997.



ANEXOS

Anexo 1. Lista dos compostos contemplados na Resolução CONAMA 396 e que serão analisados pela proposta desse projeto pelas técnicas de cromatografia líquida e gasosa. Cada analito será analisado de acordo com a técnica indicada.

	Composto	Nº CAS	Classe	Limite de Quantificação Praticável - LQP µg.L ⁻¹	Cromatografia Líquida	Cromatografia Gasosa
1	Acrilamida	79-06-1	VOC	0,15	x ^{1,2}	
3	Benzo(a)antraceno	56-55-3	HPA	0,15		x
4	Benzo(b)fluoranteno	205-99-2	HPA	0,15		x
5	Benzo(k)fluoranteno	207-08-9	HPA	0,15		x
6	Benzo(a)pireno	50-32-8	HPA	0,15		x
7	Cloreto de vinila	75-01-4	VOC e OCC	2		x
8	Clorofórmio	67-66-3	VOC e OCC	5		x
9	Criseno	218-01-9	HPA	0,15		x
10	Dibenzo(a,h)antraceno	53-70-3	HPA	0,15		x
11	Diclorometano	75-09-2	VOC e OCC	10		x
12	Estireno	100-42-5	VOC	5		x
13	Etilbenzeno	100-41-4	VOC	5		x
14	Pentaclorofenol	87-86-5	OCC	10	x	
15	2,4,6 Triclorofenol	88-06-2	OCC	10	x	
16	2,4 Diclorofenol	120-83-2	OCC	10	x	
17	Indeno(1,2,3)pireno	193-39-005	HPA	0,15		x



	Composto	Nº CAS	Classe	Limite de Quantificação Praticável - LQP µg.L ⁻¹	Cromatografia Líquida	Cromatografia Gasosa
18	2,4,4'-Triclorobifenila	7012-37-5	OCC	0,01		x
19	2,2',5,5'- Tetraclorobifenila	35693-99-3	OCC	0,01		x
20	2,2',4,5,5'-Pentaclorobifenila	37680- 73-2	OCC	0,01		x
21	2,3',4,4',5-Pentaclorobifenila	31508-00-6	OCC	0,01		x
22	2,2',3,4,4',5'- Hexaclorobifenila	35056-28-2	OCC	0,01		x
23	2,2'4,4',5,5'- Hexaclorobifenila	3505-27-1	OCC	0,01		x
24	2,2',3,4,4',5,5'- Heptaclorobifenila	35065-29-3	OCC	0,01		x
25	1,2,4-Triclorobenzeno	120-82-1	VOC e OCC	5		x
26	1,3,5-Triclorobenzeno	108-70-3	VOC e OCC	5		x
27	1,2,3-Triclorobenzeno	87-61-6	VOC e OCC	5		x
28	Alaclor	15972-60-8	AGR e OCC	0,1		x
29	Aldicarb	116-06-3	AGR	3	x ^{1,2}	
30	Aldicarbsulfona	1646-88-4	AGR	3	x ^{1,2}	
31	Aldicarbsulfóxido	1646-87-3	AGR	3	x ^{1,2}	
32	Aldrin +	309-00-2	AGR e OCC	0,005		x
33	Dieldrin	60- 57-1	AGR e OCC	0,005		x
34	Atrazina	1912-24-9	AGR	0,5	x ^{1,2}	
35	Bentazona	25057-89-0	AGR	30	x ^{1,2}	
36	Carbofuran	1563-66-2	AGR	5	x ^{1,2}	
37	<i>cis</i> -Clordano	5103-71-9	AGR e OCC	0,01		x
38	<i>trans</i> -Clordano	5103-74-2	AGR e OCC	0,01		x



	Composto	Nº CAS	Classe	Limite de Quantificação Praticável - LQP µg.L ⁻¹	Cromatografia Líquida	Cromatografia Gasosa
39	Clorotalonil	1897-45-6	AGR	0,1		x
40	Clorpirifós	2921-88-2	AGR	2		x
41	2,4-D	94-75-7	AGR	2	x ^{1,2}	
42	p,p'- DDT	50-29-3	OCC e AGR	0,01		x
43	p,p'-DDE	72-55-9	OCC e AGR	0,01		x
44	p,p'- DDD	72-54-8	OCC e AGR	0,01		x
45	Endosulfan I	959-98-8	AGR	0,02		x
46	Endosulfan II	33213-65-9	AGR	0,02		x
47	Endosulfan sulfato	1031-07-8	AGR	0,02		x
48	Endrin	72-20-8	AGR	0,01		x
49	Glifosato + Ampa	1071-83-6	AGR	30	x ^{1,2}	
50	Heptacloro	76-44-8	OCC	0,01		x
51	Heptacloro epóxido	1024-57-3	OCC	0,01		x
52	Hexaclorobenzeno	118-74-1	OCC	0,01		x
53	Lindano (gama- BHC)	58-89-9	OCC e AGR	0,01		x
54	Malation	121-75-5	AGR	2	x ²	
55	Metolacloro	51218-45-2	AGR	0,1	x ²	
56	Metoxicloro	72-43-5	AGR	0,1		x
57	Molinato	2212-67-1	AGR	5	x ²	
58	Pendimetalina	40487-42-1	AGR	0,1	x ²	
59	Permetrina	52645-53-1	AGR	10		x



	Composto	Nº CAS	Classe	Limite de Quantificação Praticável - LQP µg.L ⁻¹	Cromatografia Líquida	Cromatografia Gasosa
60	Propanil	709-98-8	AGR	10		x
61	Simazina	122-34-9	AGR	1	x ^{1,2}	
62	Trifluralina	1582-09-8	AGR	0,1	x ^{1,2}	

- (1) Efeito organoléptico;
- (2) Máxima concentração de substância na água de irrigação em 100 anos de irrigação (proteção de plantas e outros organismos).







SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL - SENAI

Centro de Inovação e Tecnologia SENAI FIEMG
José Cândido da Silveira, 2000, Horto Florestal, Belo Horizonte - MG - CEP 31035-536
CNPJ: 03.773.700/0083-53 | IE: 062014516.02-02 | IM: 316827009-3
http://www.fiemg.com.br

Orçamento: 12722-4361
Dt. Emissão: 05/05/2020
Unidade: 12722

Instituto SENAI de Tecnologia em Meio Ambiente		
Contato: Glaysimara Aparecida Felipe	Fone: (031) 3489-2396	E-mail: ist-meioambiente@fiemg.com.br
UFMG - UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS		
Endereço: Antônio Carlos, 6627		CNPJ/CPF: 17.217.985/0001-04
CEP: 31270901	Bairro: Pampulha	Complemento:
Tel. Cliente: (31) 3409-4125	Site: www.ufmg.br	Cidade/UF: Belo Horizonte, MG
Contato: Rodinei Augusti		E-mail: reitor@ufmg.br
E-mail Cont.: augusti.rodinei@gmail.com	Departamento: Departamento de Química	Tel. Contato: (31)99305-4048

Discriminação dos Serviços			
Especificação	Objeto/Descrição	Metodologia	Quant.
Amostragem (RBLE)	Água - SUBTERRÂNEA	SMEWW 1060 (23 ªed)	1
			Total: R\$ 32.063,70

Observações
Laboratório de ensaio acreditado pela CGCRE, de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0195. Os serviços acreditados, ofertados neste Orçamento, são identificados como (RBLE) na coluna Especificação. 
Amostragem (IST em Meio Ambiente) - Amostragem realizada pelo ISTMA. - O ISTMA disponibiliza os frascos, preservação, transporte das amostras, materiais e equipamentos necessários à coleta. O cliente deve garantir acesso livre e seguro aos pontos de coleta não competindo ao ISTMA, salvo nas situações previamente negociadas, quaisquer obras, capinas, limpeza etc. Os procedimentos necessários para acesso às instalações industriais (padronizados pelo cliente) tais como integrações, apresentação de atestados médicos (ASO) e documentos afins deverão ser comunicados pelo cliente no momento da geração da proposta técnico-comercial. Referência bibliográfica - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SMEWW) 23 ed. Washington: APHA, AWWA, WEF, 2017. 1v. Observações: - Escopo: coleta de água subterrânea em 147 pontos de amostragem na região de Brumadinho - Como não existe detalhamento de informação sobre os pontos de coleta, como profundidade e existência de bomba, podem ser necessários ajustes no valor da proposta. - Não foi contemplado valor para mobilização de pessoal dentro de empreendimento. Caso seja necessário, a proposta sofrerá alteração de valor. - Foram considerados veículo 4x4 e dois técnicos de amostragem. Autorização de serviços A data de realização dos serviços deverá ser acertada previamente entre o Cliente e o ISTMA. Amostras enviadas sem agendamento ou fora da data prevista serão recusadas. Para a realização dos serviços orçados é necessário que o cliente emita autorização via email (ist-meioambiente@fiemg.com.br) mencionando o número do orçamento. Com intuito de emitirmos certificados e notas fiscais com excelência satisfação, solicitamos que os dados do cliente sejam conferidos e, em casos de ajustes os senhores entrem contato pelo email (ist-meioambiente@fiemg.com.br).

Condições Comerciais e Financeiras
Pela prestação dos serviços, o CONTRATADO irá emitir boletos de pagamento, que após sua liquidação, será emitido um recibo de confirmação de recebimento. Fica facultado ao CONTRATADO a emissão de NF de serviços, de acordo com a legislação Municipal vigente. Esse orçamento tem força de contrato a partir da aprovação pelo cliente e está vinculado às condições comerciais nele apresentadas. No caso de pagamentos à vista, a entrega dos laudos técnicos ocorrerá somente após a comprovação de pagamentos. Ocorrendo atraso no pagamento do(s) serviço(s) prestado(s), o CONTRATANTE pagará, além do valor principal, 1% (um por cento) de juros de mora ao mês, calculado de forma simples e pró-rata dia, acrescido de multa de 2% (dois por cento) sobre o valor em débito. Além disso, a prestação dos serviços será suspensa depois de transcorridos 10 (dez) dias da data do vencimento da parcela em mora, sendo facultado ao CONTRATADO encerrar os serviços contratados e descartar eventuais materiais disponibilizados pelo CONTRATANTE. Em caso de inadimplência o CONTRATADO poderá fazer uso de diversos meios de comunicação para entrar em contato com o CONTRATANTE, como por exemplo, telefone, cartas, e-mails, mensagens e outros serviços tecnológicos disponíveis, podendo optar pela negociação do débito vencido ou pela cobrança administrativa ou judicial. Fica o CONTRATANTE ciente desde já que em caso de atraso no pagamento, poderá ter seu respectivo nome inscrito nos órgãos de proteção ao crédito e este instrumento também poderá ser objeto de protesto.

Validade deste orçamento: 08/06/2020	Prazo para execução dos serviços: 30 dias
--------------------------------------	---



		SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL - SENAI	
Orçamento: 12722-4361		Centro de Inovação e Tecnologia SENAI FIEMG	
Dt. Emissão: 05/05/2020		José Cândido da Silveira, 2000, Horto Florestal, Belo Horizonte - MG - CEP 31035-536	
Unidade: 12722		CNPJ: 03.773.700/0083-53 IE: 062014516.02-02 IM: 316827009-3	
		http://www.fiemg.com.br	
Condições de pagamento: 28 dias			
ZENILDE DAS GRACAS GUIMARAES VIOLA:84700840625 Responsável pelo Orçamento		Assinado de forma digital por ZENILDE DAS GRACAS GUIMARAES VIOLA:84700840625 DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=Autoridade Certificadora Raiz Brasileira v2, ou=AC SOLUTI, ou=AC SOLUTI Multipla, ou=Certificado PF A3, cn=ZENILDE DAS GRACAS GUIMARAES VIOLA:84700840625 Dados: 2020.05.05 11:57:28 -03'00'	
		Autorizo a execução do(s) serviço(s) Data:	
		Nome legível:	
		Assinatura:	
Atenção: O SENAI FIEMG considera como documentos de autorização de serviços: a) O envio deste orçamento preenchido e assinado no campo de autorização do serviço; b) o envio de qualquer outro documento formal de autorização constando o número do respectivo orçamento e o nome completo do responsável pela autorização.			





UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

PROJETO BRUMADINHO-UFMG

**CHAMADA PÚBLICA INTERNA INDUZIDA Nº 14/2019: COLETA E
ANÁLISE DE COMPOSTOS ORGÂNICOS EM ÁGUA SUBTERRÂNEA**

PLANO DE TRABALHO DOS BOLSISTAS

**Determinação de Compostos Orgânicos Contemplados na Resolução CONAMA
396 em Águas Subterrâneas Coletadas na Bacia do Rio Paraopeba utilizando as
Técnicas de Cromatografia Gasosa e Cromatografia Líquida Acopladas à
Espectrometria de Massas**

Coordenador: Rodinei Augusti (DQ - ICEx)

Bolsistas: Vinícius Pires Gonçalves, José Messias Gomes, Millena Christie Ferreira
Avelar, Marina Caneschi de Freitas e aluno de Iniciação Científica (a ser definido)

Maio, 2020



CONTEXTUALIZAÇÃO

A princípio, todos os bolsistas exercerão as seguintes atividades em comum: (1) recebimento das amostras; (2) limpeza de frascos; (3) lavagem de materiais; (4) preparo de soluções; (5) calibração de equipamentos; (6) etiquetagem de frascos; (7) auxílio no preparo das amostras; (8) auxílio na implantação e validação de métodos *target* e *untarget* para a detecção dos compostos orgânicos nas amostras de água subterrânea; (9) treinamento nos equipamentos de UHPLC-HRMS, UHPLC-2D-MS/MS e GC-MS/MS; (10) análise das amostras para determinação quantitativa e/ou varredura dos compostos contemplados na Resolução CONAMA 396.

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

O processo de avaliação dos bolsistas consistirá de um acompanhamento constante, com cobranças relacionadas à assiduidade e participação nas atividades diárias do laboratório. Ao final do período de vigência do projeto, os alunos receberão uma avaliação por escrito, tendo como base os critérios acima discriminados.

Finalmente, as atividades específicas de cada bolsista, bem como os respectivos cronogramas de execução, são detalhados nas páginas seguintes deste documento.



Nome: Vinícius Pires Gonçalves

Nível da Bolsa: M1 (Bolsista Estudante de Mestrado)

Carga Horária Semanal: 20 horas

1. Introdução

O bolsista participará de todas as etapas do processo analítico de determinação dos compostos orgânicos da Resolução CONAMA 396 previsto neste projeto, com uma jornada de 20 (vinte) horas semanais de atividades. O bolsista será envolvido nas etapas de treinamento nos instrumentos, técnicas e procedimentos, planejamento e otimização das condições instrumentais de análise e de preparo de amostra, validação dos métodos, análise das amostras, tratamento estatístico e elaboração dos relatórios de resultados.

2. Objetivos

- ✓ Preparar soluções e amostras para as análises por GC-MS/MS, LC-MS/MS, LC-HR-MS/MS;
- ✓ Elaborar planejamentos experimentais e participar da otimização das condições instrumentais de análise: condições cromatográficas, de ionização, fragmentação, *etc*;
- ✓ Conduzir planejamentos experimentais para otimizar as condições de preparo de amostras: parâmetros de extração em fase sólida *off-line* com cartuchos descartáveis (volume de amostra, pH, adição de sais, solvente de eluição, *etc*); parâmetros de extração on-line para UPLC 2D (volume de amostra, solvente de limpeza, vazão, *etc*);
- ✓ Criar planilha de validação para os métodos (*target*) SPE-GC-MS/MS e LC-2D-MS/MS para determinação quantitativa dos compostos contemplados na



Resolução CONAMA 396 segundo os parâmetros do guia de validação do INMETRO;

- ✓ Analisar as amostras de água subterrânea para determinação quantitativa dos compostos contemplados neste projeto para a Resolução CONAMA 396;
- ✓ Fazer tratamentos estatísticos e cálculos para propagação de incertezas para os analitos *target*;
- ✓ Aplicar as amostras de água subterrânea estratégias de varredura (*untarget*) empregando a técnica de SPE-LC-HR-MS/MS;
- ✓ Fazer o tratamento dos dados das análises *untarget* empregando estratégias quimiométricas para identificação dos compostos orgânicos contemplados na Resolução CONAMA 396 e outros nas amostras de água subterrânea.
- ✓ Elaborar relatórios parciais com os resultados obtidos.

3. Metodologia Resumida

Três estratégias de extração dos analitos serão abordadas: injeção direta no equipamento de UPLC-MS/MS (analitos *target*), emprego da extração em fase sólida (SPE) *on-line* (segunda dimensão) (analitos *target*) com o modo UPLC-2D-MS/MS, além da extração SPE *off line* com cartuchos descartáveis tanto para as técnicas de GC-MS/MS (analitos *target*) como para a LC-HR-MS/MS (varredura *untarget*). O planejamento de experimentos serão conduzidos para otimizar os diferentes parâmetros de extração como: volume de amostra, tipo de sorvente, pH, solvente de eluição, *etc.* Estes serão avaliados e otimizados para maximizar a resposta analítica e eliminar interferentes. O planejamento experimental também será aplicado nos parâmetros dos equipamentos como para obter condições otimizadas e maximizar o sinal analítico. As análises dos compostos orgânicos serão realizadas nos seguintes equipamentos: cromatógrafo a gás (Agilent modelo Intuvo 9000) acoplado a um espectrômetro de



massas com analisador quadrupolo MS/MS (Agilent modelo 7010B); cromatógrafo a líquido UPLC ACQUITY UPLC I-Class FTN-I contendo o sistema *on-line* de extração em fase sólida BSM/BSM 2D PLUS acoplado ao espectrômetro de massas triplo quadrupolo Xevo TQ-S micro (Waters); espectrômetro de massas de alta resolução tipo Q-Exactive Orbitrap (ThermoScientific). Os métodos desenvolvidos serão validados de acordo com o que é preconizado no guia de validação do INMETRO.

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	Mês					
	1	2	3	4	5	6
Instalação e treinamentos nos equipamentos	X	X				
Preparo de soluções, elaboração e aplicação de cartas controle	X	X	X	X	X	X
Planejamento e otimização das condições de SPE <i>off-line</i> , SPE <i>on-line</i> e injeção direta		X	X			
Planejamento e otimização das condições do LC-MS/MS e GC-MS/MS		X	X			
Validação dos métodos segundo os parâmetros do Guia da Validação do Inmetro				X		
Análise das amostras de água subterrânea				X	X	X
Tratamentos estatísticos das análises <i>target</i> e <i>untarget</i>					X	X
Elaboração de relatórios parciais					X	X



Nome: Marina Caleschi de Freitas

Nível da Bolsa: P5 (Técnico Mestre)

Carga Horária Semanal: 10 horas

1. Introdução

O bolsista terá participação em todas as etapas do processo analítico de determinação dos compostos orgânicos da Resolução CONAMA 396 previsto neste projeto. As etapas do processo que o bolsista será envolvido são: treinamento nos instrumentos, técnicas e procedimentos, otimização das condições instrumentais de análise e de preparo de amostra, validação dos métodos, análise das amostras, tratamento estatístico e elaboração dos relatórios de resultados.

2. Objetivos

- ✓ Preparar soluções e amostras para as análises por GC-MS/MS, LC-MS/MS, LC-HR-MS/MS;
- ✓ Otimizar as condições instrumentais de análise: condições cromatográficas, de ionização, fragmentação, *etc*;
- ✓ Otimizar as condições de preparo de amostras: parâmetros de extração em fase sólida off-line com cartuchos descartáveis (volume de amostra, pH, adição de sais, solvente de eluição, *etc*); parâmetros de extração on-line para UPLC 2D (volume de amostra, solvente de limpeza, vazão, *etc*);
- ✓ Validar os métodos SPE-GC-MS/MS e LC-2D-MS/MS para os compostos orgânicos alvo (*target*) contemplados no projeto segundo os parâmetros do guia de validação do INMETRO;
- ✓ Analisar as amostras de água subterrânea para determinação quantitativa dos compostos contemplados neste projeto para a Resolução CONAMA 396;



- ✓ Aplicar às amostras de água subterrânea estratégias varredura (*untarget*) empregando a técnica de SPE-LC-HR-MS/MS e ferramentas quimiométricas;
- ✓ Fazer tratamentos estatísticos e cálculos para propagação de incertezas para os analitos *target*;
- ✓ Elaborar relatórios parciais com os resultados obtidos.

3. Metodologia Resumida

As metodologias para extração dos analitos serão três: injeção direta no equipamento de UPLC-MS/MS (analitos *target*), emprego da extração em fase sólida (SPE) *on-line* (segunda dimensão) (analitos *target*) com o modo UPLC-2D-MS/MS, além da SPE *off line* com cartuchos descartáveis tanto para as técnicas de GC-MS/MS (analitos *target*) como para a LC-HR-MS/MS (varredura *untarget*). Diferentes parâmetros de extração como: volume de amostra, tipo de sorvente, pH, solvente de eluição, *etc* serão avaliados e otimizados para maximizar a resposta analítica e eliminar interferentes. Parâmetros dos equipamentos como: fase móvel, gradiente, modo positivo, negativo, ESI versus APCI, voltagem do capilar, voltagem do cone, *etc* também serão otimizados. As análises dos compostos orgânicos serão realizadas nos seguintes equipamentos: cromatógrafo a gás (Agilent modelo Intuvo 9000) acoplado a um espectrômetro de massas com analisador quadrupolo MS/MS (Agilent modelo 7010B); cromatógrafo a líquido UPLC ACQUITY UPLC I-Class FTN-I contendo o sistema *on-line* de extração em fase sólida BSM/BSM 2D PLUS acoplado ao espectrômetro de massas triplo quadrupolo Xevo TQ-S micro (Waters); espectrômetro de massas de alta resolução tipo Q-Exactive Orbitrap (ThermoScientific). Os métodos desenvolvidos serão validados de acordo com o que é preconizado pelo guia de validação do INMETRO.



4. Cronograma de Atividades

O trabalho do bolsista será em jornada de 10 (dez) horas semanais de atividades presenciais de acordo com cronograma a seguir. Todas essas etapas serão supervisionadas pelos professores pesquisadores.

Atividades	Mês					
	1	2	3	4	5	6
Instalação e treinamentos nos equipamentos	X	X				
Preparo de soluções, elaboração e aplicação de cartas controle	X	X	X	X	X	X
Otimização das condições de SPE off-line, SPE on-line e injeção direta		X	X			
Otimização das condições do LC-MS/MS e GC-MS/MS		X	X			
Validação dos métodos segundo os parâmetros do Guia da Validação do Inmetro				X		
Recebimento de amostras de água subterrânea, limpeza e preparo				X	X	X
Análise das amostras de água subterrânea				X	X	X
Tratamentos estatísticos e incertezas					X	X
Elaboração de relatórios parciais					X	X



Nome: José Messias Gomes

Nível da Bolsa: P5 (Técnico Mestre)

Carga Horária Semanal: 20 horas

1. Introdução

O trabalho do bolsista será em jornada de 20 (vinte) horas semanais de atividades de acordo com cronograma. Todas essas etapas serão supervisionadas pelos professores pesquisadores.

2. Objetivos

- ✓ Preparar soluções e amostras para as análises por GC/MS
- ✓ Otimizar as condições para extração e análise dos compostos orgânicos (*target*) por SPE-GC-MS/MS
- ✓ Validar o método SPE-GC-MS/MS para os compostos orgânicos contemplados
- ✓ Analisar as amostras de água subterrânea para determinação quantitativa dos compostos contemplados na Resolução CONAMA 396.
- ✓ Fazer tratamentos estatísticos e cálculos para propagação de incertezas.
- ✓ Elaborar relatórios parciais com os resultados obtidos.

3. Metodologia Resumida

A metodologia para extração dos analitos (*target*) será por extração em fase sólida (*Solid Phase Extraction* – SPE). Serão avaliados quatro tipos diferentes de cartucho: (a) Waters Oasis HLB 500 mg 6 mL; (b) Agilent Bond Elut PPL 100 mg 3 mL; (c) Agilent Bond Elut PCB 1 mg 3 mL; (d) Agilent Envir Elut Pesticide 500 mg 6 mL. As análises dos compostos orgânicos serão realizadas em um cromatógrafo a gás (Agilent modelo Intuvo 9000) acoplado a um espectrômetro de massas com analisador quadrupolo



MS/MS (Agilent modelo 7010B). Os métodos desenvolvidos serão validados de acordo com o que é preconizado pelo guia de validação do INMETRO.

4. Cronograma de Atividades

Atividades	Mês					
	1	2	3	4	5	6
Instalação e treinamentos nos equipamentos	X	X				
Recebimento de amostras, limpeza, e preparos			X	X	X	X
Otimização as condições SPE		X				
Otimização as condições do GC-MS/MS		X	X			
Validação do método SPE-GC-MS/MS			X	X		
Análise das amostras de água subterrânea				X	X	X
Fazer tratamentos estatísticos e incertezas			X	X	X	X
Elaboração de relatórios parciais			X			X



Nome: Millena Christie Ferreira Avelar

Nível da Bolsa: P5 (Técnico Mestre)

Carga Horária Semanal: 20 horas

1. Introdução

O bolsista terá participação em todas as etapas do processo analítico de determinação dos compostos orgânicos da Resolução CONAMA 396 previsto neste projeto. As etapas do processo que o bolsista será envolvido são: treinamento nos instrumentos, técnicas e procedimentos, otimização das condições instrumentais de análise e de preparo de amostra, validação dos métodos, análise das amostras, tratamento estatístico e elaboração dos relatórios de resultados.

2. Objetivos

- ✓ Preparar soluções e amostras para as análises por GC-MS/MS, LC-MS/MS, LC-HR-MS/MS,;
- ✓ Otimizar as condições instrumentais de análise: condições cromatográficas, de ionização, fragmentação, *etc*;
- ✓ Otimizar as condições de preparo de amostras: parâmetros de extração em fase sólida off-line com cartuchos descartáveis (volume de amostra, pH, adição de sais, solvente de eluição, *etc*); parâmetros de extração on-line para UPLC 2D (volume de amostra, solvente de limpeza, vazão, *etc*);
- ✓ Validar os métodos SPE-GC-MS/MS e LC-2D-MS/MS para os compostos orgânicos alvo (*target*) contemplados no projeto segundo os parâmetros do guia de validação do INMETRO;
- ✓ Analisar as amostras de água subterrânea para determinação quantitativa dos compostos contemplados neste projeto para a Resolução CONAMA 396;



- ✓ Aplicar às amostras de água subterrânea estratégias de varredura (*untarget*) empregando a técnica de SPE-LC-HR-MS/MS e ferramentas quimiométricas;
- ✓ Fazer tratamentos estatísticos e cálculos para propagação de incertezas para os analitos *target*;
- ✓ Elaborar relatórios parciais com os resultados obtidos.

3. Metodologia Resumida

As metodologias para extração dos analitos serão três: injeção direta no equipamento de UPLC-MS/MS (analitos *target*), emprego da extração em fase sólida (SPE) *on-line* (segunda dimensão) (analitos *target*) com o modo UPLC-2D-MS/MS, além da SPE *off line* com cartuchos descartáveis tanto para as técnicas de GC-MS/MS (analitos *target*) como para a LC-HR-MS/MS (varredura *untarget*). Diferentes parâmetros de extração como: volume de amostra, tipo de sorvente, pH, solvente de eluição, *etc* serão avaliados e otimizados para maximizar a resposta analítica e eliminar interferentes. Parâmetros dos equipamentos como: fase móvel, gradiente, modo positivo, negativo, ESI versus APCI, voltagem do capilar, voltagem do cone, *etc* também serão otimizados. As análises dos compostos orgânicos serão realizadas nos seguintes equipamentos: cromatógrafo a gás (Agilent modelo Intuvo 9000) acoplado a um espectrômetro de massas com analisador quadrupolo MS/MS (Agilent modelo 7010B); cromatógrafo a líquido UPLC ACQUITY UPLC I-Class FTN-I contendo o sistema *on-line* de extração em fase sólida BSM/BSM 2D PLUS acoplado ao espectrômetro de massas triplo quadrupolo Xevo TQ-S micro (Waters); espectrômetro de massas de alta resolução tipo Q-Exactive Orbitrap (ThermoScientific). Os métodos desenvolvidos serão validados de acordo com o que é preconizado pelo guia de validação do INMETRO.



4. Cronograma de Atividades

O trabalho do bolsista será em jornada de 20 (vinte) horas semanais de atividades presenciais de acordo com cronograma a seguir. Todas essas etapas serão supervisionadas pelos professores pesquisadores.

Atividades	Mês					
	1	2	3	4	5	6
Instalação e treinamentos nos equipamentos	X	X				
Preparo de soluções, elaboração e aplicação de cartas controle	X	X	X	X	X	X
Otimização das condições de SPE off-line, SPE on-line e injeção direta		X	X			
Otimização das condições do LC-MS/MS e GC-MS/MS		X	X			
Validação dos métodos segundo os parâmetros do Guia da Validação do Inmetro				X		
Recebimento de amostras de água subterrânea, limpeza e preparo				X	X	X
Análise das amostras de água subterrânea				X	X	X
Tratamentos estatísticos e incertezas					X	X
Elaboração de relatórios parciais					X	X



Nome: a definir

Nível da Bolsa: IX (Bolsista Estudante de Graduação)

Carga Horária Semanal: 20 horas

1. Introdução

O trabalho do bolsista será em jornada de 30 (trinta) horas semanais de atividades de acordo com cronograma. Todas essas etapas serão supervisionadas pelos professores pesquisadores.

2. Objetivos

- ✓ Preparar soluções e amostras para as análises por GC/MS;
- ✓ Limpar materiais e equipamentos;
- ✓ Auxiliar na otimização das condições para extração e análise dos compostos orgânicos (*target*) por SPE-GC-MS/MS;
- ✓ Auxiliar na validação do método SPE-GC-MS/MS;
- ✓ Analisar as amostras de água subterrânea para determinação quantitativa dos compostos contemplados na Resolução CONAMA 396;
- ✓ Auxiliar nos tratamentos estatísticos e cálculos para propagação de incertezas;
- ✓ Elaborar relatórios parciais.

3. Metodologia Resumida

A metodologia para extração dos analitos (*target*) será por extração em fase sólida (*Solid Phase Extraction* – SPE). Serão avaliados quatro tipos diferentes de cartucho: (a) Waters Oasis HLB 500 mg 6 mL; (b) Agilent Bond Elut PPL 100 mg 3 mL; (c) Agilent Bond Elut PCB 1 mg 3 mL; (d) Agilent Envir Elut Pesticide 500 mg 6 mL. As análises dos compostos orgânicos serão realizadas em um cromatógrafo a gás (Agilent modelo Intuvo 9000) acoplado a um espectrômetro de massas com analisador quadrupolo



MS/MS (Agilent modelo 7010B). Os métodos desenvolvidos serão validados de acordo com o que é preconizado pelo guia de validação do INMETRO.

4. Cronograma de Atividades

Atividades	Mês					
	1	2	3	4	5	6
Instalação e treinamentos nos equipamentos	X	X				
Recebimento de amostras, limpeza, e preparos			X	X	X	X
Auxiliar na otimização das condições SPE		X				
Auxiliar na otimização das condições do GC-MS/MS		X	X			
Auxiliar na validação do método SPE-GC-MS/MS			X	X		
Análise das amostras de água subterrânea				X	X	X
Fazer tratamentos estatísticos e incertezas			X	X	X	X
Elaboração de relatórios parciais			X			X



PRESTAÇÃO DE SERVIÇO - DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS CONTEMPLADOS NA RESOLUÇÃO CONAMA 396 EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS COLETADAS NA BACIA DO RIO PARAOPÉBA UTILIZANDO AS TÉCNICAS DE CROMATOGRAFIA GASOSA E CROMATOGRAFIA LÍQUIDA ACOPLADAS À ESPECTROMETRIA DE MASSAS**Registro**

-

Revisão

21/05/2020

Status

Aguardando aprovação

Título

Determinação de Compostos Orgânicos Contemplados na Resolução CONAMA 396 em Águas Subterrâneas Coletadas na Bacia do Rio Paraopeba utilizando as Técnicas de Cromatografia Gasosa e Cromatografia Líquida Acopladas à Espectrometria de Massas

Data de início

01/07/2020

Previsão de término

01/01/2021

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

NÃO POSSUI

Linha de Extensão

Questões Ambientais

Grande Área do Conhecimento

Ciências Exatas e da Terra

Palavras-chave

análise de compostos orgânicos; resolução CONAMA 396; monitoramento águas subterrâneas, Bacia do Rio Paraopeba, cromatografias líquida e gasosa

DESCRIÇÃO**Apresentação e justificativa**

PRESTAÇÃO DE SERVIÇO - DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS CONTEMPLADOS NA RESOLUÇÃO CONAMA 396 EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS COLETADAS NA BACIA DO RIO PARAOPÉBA UTILIZANDO AS TÉCNICAS DE CROMATOGRAFIA GASOSA E CROMATOGRAFIA LÍQUIDA ACOPLADAS À ESPECTROMETRIA DE MASSAS

A captação de água do Rio Paraopeba para tratamento e disponibilização para consumo humano foi interrompida a jusante do ponto onde ocorreu o rompimento da barragem 1 (B1) do complexo da Mina Córrego do Feijão da empresa Vale, em Brumadinho. Isso causou o aumento da utilização de água subterrânea para os diversos fins, além da perfuração de novos poços para garantir o abastecimento. O programa de monitoramento de águas subterrâneas do Estado de Minas Gerais se encontra em fase de implementação pelo IGAM (Instituto Mineiro de Gestão de Águas), e ainda não há dados sobre a qualidade da água dos poços de água subterrânea outorgados pela SEMAD (Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável).

Sabe-se que diversas empresas, comércio e pequenas plantações foram parcialmente ou totalmente destruídos pela passagem do rejeito, além de uma enorme área da própria Vale. A quantidade e a diversidade dos compostos orgânicos presentes na barragem B1 ou ainda no maquinário, veículos, depósitos, transformadores e laboratórios, além de todos os locais no entorno da empresa, que foram arrastados, espalhados e soterrados pelo caminho, ainda não está equacionada.

O tipo de contaminação que pode ter potencialmente ocorrido não tem precedentes e/ou parâmetro de comparação com outros casos de contaminação pelos contaminantes orgânicos frequentemente monitorados em amostras de água subterrâneas e estabelecidos na Resolução CONAMA 396. Esses possíveis contaminantes de identidade, quantidade e concentração desconhecidos foram arrastados abruptamente e simultaneamente, podendo se encontrar na superfície ou ainda soterrados e concentrados no subsolo. Somado a isso, as constantes escavações na região para resgatar os restos mortais das vítimas pode ter alterado a cinética de distribuição desses poluentes levando a uma mudança periódica do cenário de contaminação. Assim, não se sabe quais e quanto dos compostos foram liberados, e se eles estão acumulados ou não em algum local dos depósitos de lama ou sedimento. É amplamente conhecido que muitas substâncias orgânicas e seus produtos de degradação são altamente tóxicos em quantidades ínfimas e o seu monitoramento é de vital importância para a saúde da população e também dos ecossistemas.

Portanto, mostra-se não apenas importante, como também diligente, que seja avaliada a qualidade das águas subterrâneas das propriedades ao longo do Rio Paraopeba, as quais são usadas para consumo humano e animal. Deste modo, um monitoramento sistemático sobre a presença de compostos orgânicos nocivos nestas águas mostra-se de extrema relevância para acalmar toda a população do entorno da região do acidente.

A avaliação da qualidade das águas subterrâneas da bacia do Rio Paraopeba será realizada de acordo com o plano amostral disponibilizado pelo Comitê Técnico Científico (CTC) da UFMG do Projeto Brumadinho-UFMG na Chamada Pública Induzida 10/2019, apresentado na Figura 1, constando de 144 pontos de amostragem. Acredita-se que os resultados obtidos nesta proposta servirão de subsídio para avaliação da necessidade de monitoramento das águas subterrâneas da região, uma vez que elas têm sido utilizadas para consumo humano, dessedentação animal e irrigação. Apresenta-se como um dos compromissos da presente proposta, a apresentação dos resultados não apenas como uma comparação com os valores guia de qualidade da Resolução CONAMA 396, mas estabelecendo-se correlações fazendo uso de ferramentas quimiométricas, tais como análise de componentes principais (PCA, do inglês Principal Component Analysis) e análise de agrupamento hierárquico (HCA, do inglês Hierarchical Clustering Analysis). Dessa forma, será possível traçar perfis de similaridades e padrões de distribuição dos compostos orgânicos na bacia do Rio Paraopeba e, no futuro próximo, estabelecer a provável origem desses elementos, quando dados de concentração desses compostos em solos, sedimentos e rejeitos puderem ser incorporados ao conjunto amostral.

Objetivos gerais

A avaliação da qualidade das águas subterrâneas da bacia do Rio Paraopeba será realizada de acordo com o plano amostral disponibilizado pelo Comitê Técnico Científico (CTC) da UFMG na Chamada Pública Induzida 10/2019, constando de 144 pontos de amostragem. Como objetivo geral pretende-se analisar 62 analitos previstos na Resolução CONAMA 396, o que representa 81,6 % dos compostos desta lista, dentro do prazo estipulado de seis meses de execução da proposta.

Objetivos específicos

1. Contratar e acompanhar a empresa que irá realizar a coleta de amostras de águas subterrâneas para determinação dos compostos orgânicos listados na Resolução CONAMA 396.
2. Analisar as amostras aplicando metodologias de preparo adequadas para determinação destes compostos pelo uso das técnicas de cromatografia líquida e gasosa acopladas à espectrometria de massas sequencial empregando metodologias quantitativas validadas segundo os parâmetros preconizados no guia de validação do INMETRO;2
3. Analisar as amostras aplicando metodologias de preparo adequadas para determinação destes compostos pelo uso da técnica de cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massas de alta resolução (UHPLC-HRMS), empregando metodologias no modo de varredura completa (screening), buscando outros compostos, além daqueles indicados na Resolução CONAMA 396, bem como possíveis produtos de degradação destes;
4. Para as amostras onde os compostos listados na Resolução CONAMA 396, além de outros compostos (contaminantes emergentes, poluentes, etc), forem encontrados, e em teores acima dos níveis preconizados, re-análises serão realizadas;
5. Estabelecer correlações de similaridade pelo uso de ferramentas quimiométricas, tais como PCA (Principal Component Analysis) e HCA (Hierarchical Clustering Analysis), buscando-se traçar perfis de similaridades e padrões de distribuição dos compostos orgânicos das águas subterrâneas da bacia do Rio Paraopeba.

Metodologia



PRESTAÇÃO DE SERVIÇO - DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS CONTEMPLADOS NA RESOLUÇÃO CONAMA 396 EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS COLETADAS NA BACIA DO RIO PARAÓPEBA UTILIZANDO AS TÉCNICAS DE CROMATOGRÁFIA GASOSA E CROMATOGRÁFIA LÍQUIDA ACOPLADAS À ESPECTROMETRIA DE MASSAS

Todas as amostras serão coletadas por uma empresa acreditada a ser contratada neste projeto. As coletas serão realizadas de acordo com plano amostral descrito no Anexo III do EDITAL 10. A coleta e preservação seguirão os protocolos descritos no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da ANA (Agência Nacional de Águas, 2011), para fins de determinação de compostos orgânicos constantes na Norma CONAMA 396. Os parâmetros físico-químicos serão medidos in situ utilizando sonda multiparâmetros. As atividades de entrega e processamento inicial das amostras serão acompanhadas por membro do Comitê e da equipe executora.

As análises target (ou alvo) centralizam-se na análise de um grupo ou classe de compostos, nesse caso, os compostos listados na Resolução CONAMA 396. Já as análises untarget (ou global) podem ser convenientemente utilizadas como um método de triagem, além de permitir a detecção de analitos que não estão na lista da Resolução CONAMA 396. Os métodos analíticos aqui descritos, farão uso do método de extração denominado Solid Phase Extraction (SPE), das técnicas de cromatografia gasosa ou líquida acoplada a espectrometria de massas e de análises do tipo target e untarget. A metodologia de SPE que será empregada nas análises das amostras de água subterrânea foi baseada naquela utilizada pelo laboratório da companhia de saneamento de Minas Gerais (COPASA), o qual possui acreditação na norma ISO 17025. Para a otimização do método serão avaliados diferentes de cartucho de fase reversa contendo 500 mg de sorvente e com capacidade para 6 mL. Todos eles são baseados em sílica ou polímero de interações predominantemente hidrofóbicas e são utilizados nas análises realizadas pela COPASA.

As etapas de SPE a serem executadas serão as seguintes: a) condicionamento do cartucho pela adição de 3 mL da solução de acetato de etila:diclorometano (50:50, v/v) seguido de 3 mL de metanol; (b) percolação da amostra, quando serão avaliados os volumes de 250, 500, 750 e 1000 mL de amostras de água subterrânea para verificação do volume de ruptura ideal de compromisso para os analitos de interesse; (c) secagem dos cartuchos pela remoção da fração da água aplicando-se alto vácuo por pelo menos 10 minutos. Esta etapa é necessária para a perfeita eluição dos analitos; (d) eluição dos analitos do cartucho percolando-se 2 mL de acetona, seguido de 5mL de acetato de etila e, finalmente, 7 mL de diclorometano.

Após a eluição, a água residual será retirada por uma última percolação do eluato orgânico por um cartucho de sulfato de magnésio anidro. Finalmente, após a remoção da água residual, os 7 mL de percolado final serão evaporados sob fluxo de nitrogênio (aproximadamente 40 °C) até o volume de aproximadamente 0,7 mL, o qual será completado para 1 mL com acetato de etila em vial de injeção. Desse vial serão retiradas alíquotas para injeção nos sistemas de cromatografia líquida e gasosa.

Forma de avaliação da ação de Extensão

A forma de avaliação da ação de Extensão será realizada pela elaboração do mapa amostral com o perfil de distribuição dos compostos orgânicos nas águas subterrâneas georreferenciadas da bacia do rio Paraopeba. Além disso, haverá a confecção de um relatório completo com todas as atividades envolvidas no subprojeto, resultados obtidos, discussões e conclusões, o qual será apresentado ao final da vigência do projeto.

Site

<https://www2.ufmg.br/proex/Noticias/Noticias/Projeto-Brumadinho-UFMG-publica-14-chamadas-para-selecao>

Origem do público-alvo

Interno e Externo

Caracterização do público-alvo

Pesquisadores do Departamento de Química da UFMG e a população ribeirinha da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba constituem o público-alvo da presente proposta.

Captação por edital de fomento

Sim

Articulado com política pública

Sim

ESTUDANTES MEMBROS DA EQUIPE

Plano de atividades

Os bolsistas vinculados à presente proposta estarão participando das seguintes atividades:

1. Recepção e armazenamento das amostras coletadas;
2. Treinamento com os equipamentos utilizados nas análises;
3. Desenvolvimento e otimização das condições de preparo das amostras e dos parâmetros analíticos instrumentais;
4. Validação dos métodos e avaliação dos parâmetros de mérito;
5. Análise das amostras coletadas e interpretação dos resultados;
6. Tratamento dos dados aplicando-se ferramentas quimiométricas
7. Auxílio na elaboração de um mapa amostral com o perfil de distribuição dos compostos orgânicos nas águas subterrâneas georreferenciadas;
8. Auxílio na confecção de um relatório completo, com os resultados obtidos, discussões e conclusões.

Plano de acompanhamento e orientação

Os bolsistas serão acompanhados e orientados pelos respectivos orientadores com relação às atividades desenvolvidas por eles no âmbito do projeto. Espera-se que o trabalho desenvolvido auxilie na produção do relatório final do projeto, que terá impacto junto à comunidade ribeirinha da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba. Espera-se, também, que os resultados gerem material suficiente para participação dos alunos em congressos nacionais e internacionais, bem como artigos em revistas científicas indexadas.



PRESTAÇÃO DE SERVIÇO - DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS CONTEMPLADOS NA RESOLUÇÃO CONAMA 396 EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS COLETADAS NA BACIA DO RIO PARAOPÉBA UTILIZANDO AS TÉCNICAS DE CROMATOGRAFIA GASOSA E CROMATOGRAFIA LÍQUIDA ACOPLADAS À ESPECTROMETRIA DE MASSAS
Processo de avaliação

Os bolsistas serão avaliados continuamente pela sua assiduidade e participação nas atividades diárias do laboratório. Ao final do período de vigência do projeto, os alunos receberão uma avaliação por escrito, tendo como base os critérios acima discriminados.

INFORMAÇÕES ESPECÍFICAS
Infra-estrutura física

O laboratório onde os trabalhos serão desenvolvidos possui todas as condições de infra-estrutura e equipamentos necessários para que todas as análises previstas sejam realizadas.

Vínculo com Ensino

Não

Vínculo com Pesquisa

Sim

Público estimado

40

INFORMAÇÕES ADICIONAIS
Informações adicionais

Trata-se de uma proposta submetida no âmbito do projeto Brumadinho-UFMG, especificamente na Chamada Pública Induzida 14/2019. No presente momento, o laboratório onde as análises serão realizadas está sendo montado, sendo que todos os grandes equipamentos necessários para a infra-estrutura já foram adquiridos.

EXECUÇÕES

Data Início			Data Término			
EQUIPE						
Participação	Nome	Telefone	E-mail	Unidade	Departamento/ Curso/Setor	Período
Coordenador	RODINEI AUGUSTI	(31) 9305-4048	augusti@ufmg.br augusti.rodinei@gmail.com	INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS	Departamento de Química	- a -
Bolsista(Outras)	VINÍCIUS PIRES GONÇALVES	(16) 9156-7398	- vpiresgoncalves@gmail.com	-	QUÍMICA/M	01/07/2020 a 01/01/2021
Bolsista(Outras)	M A R I N A CANESCHI DE FREITAS	(31) 8538-6060	marinacaneschi@ufmg.br	INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS	Departamento de Química	01/07/2020 a 01/01/2021
Bolsista(Outras)	JOSÉ MESSIAS GOMES	(31) 7568-9709	josemgomes1989@ufmg.br messiasgome@hotmail.com	-	QUÍMICA/M	01/07/2020 a 01/01/2021
Bolsista(Outras)	M I L L E N A CHRISTIE FERREIRA AVELAR	(31) 9266-4151	millasoad@hotmail.com	Universidade Federal de Minas Gerais	-	01/07/2020 a 01/01/2021
Participante	ADRIANA NORI DE MACEDO	(11) 4325-4454	adrianamacedo@ufmg.br adrianandm@gmail.com	INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS	Departamento de Química	01/07/2020 a 01/01/2021
Participante	MARIANA RAMOS DE ALMEIDA	(31) 8257-0549	mariramos@ufmg.br mariramosalmeida@gmail.com	INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS	Departamento de Química	01/07/2020 a 01/01/2021
Participante	HELVECIO COSTA MENEZES	(37) 9905-	hmenezes@ufmg.br helvecio52@gmail.com	INSTITUTO DE	Departamento de Química	01/07/2020 a 01/01/2021



PRESTAÇÃO DE SERVIÇO - DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS CONTEMPLADOS NA RESOLUÇÃO CONAMA 396 EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS COLETADAS NA BACIA DO RIO PARAOPÉBA UTILIZANDO AS TÉCNICAS DE CROMATOGRAFIA GASOSA E CROMATOGRAFIA LÍQUIDA ACOPLADAS À ESPECTROMETRIA DE MASSAS

		1412	m	CIÊNCIAS EXATAS		
Participante	ZENILDA DE LOURDES CARDEAL	(31) 9908-8375	zenilda@ufmg.br zenilda.cardeal@gmail.com	INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS	Departamento de Química	01/07/2020 a 01/01/2021
Participante	RICARDO MATHIAS ORLANDO	(31) 9172-8797	orlandoricardo@ufmg.br orlandoricardo@hotmail.com	INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS	Departamento de Química	01/07/2020 a 01/01/2021

PARCERIAS

CNPJ	Nome	Caracterização	Tipo
	MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS	Outros	Outros

ABRANGÊNCIAS

Nome	Estado	Município	CEP	Detalhes
Barragem 1 (B1) do complexo da Mina Córrego do Feijão da empresa Vale	Minas Gerais	Brumadinho	35.460-000	Barragem 1 (B1) do complexo da Mina Córrego do Feijão da empresa Vale



ATA DA REUNIÃO DE JULGAMENTO DA CHAMADA



ATA DA REUNIÃO DE JULGAMENTO DA CHAMADA 14/2019 NO DIA 29.05.2020

No dia 29 de maio de 2020, às 14 horas, reuniram-se virtualmente os membros do Comitê Técnico-Científico do “Projeto Brumadinho-UFMG”, Fabiano Lara, Claudia Mayorga, Ricardo Ruiz, Adriana Monteiro da Costa, Carlos Augusto Gomes Leal, Claudia Carvalhinho Windmöller, Efigênia Ferreira e Gustavo Ferreira Simões e o Secretário Executivo do “Projeto Brumadinho-UFMG”, Tiago Barros Duarte. Tendo sido previamente encaminhado o Subprojeto para exame, foi avaliada a PROPOSTA submetida pelo Professor Rodinei Augusti para a Chamada 14/2019. Foi identificado que o Subprojeto apresentado cumpriu os requisitos formais de submissão. Examinado e discutido o mérito, conforme item 6.3 do edital, a proposta foi avaliada como relevante e cientificamente robusta e com equipe executora experiente e apta à execução do projeto. Verificou-se, portanto, que a proposta preenche o objetivo completamente, com elevada qualidade, concluindo, por unanimidade pela APROVAÇÃO COM AJUSTES. Observou-se necessidade de adequações, tendo sido identificadas as seguintes recomendações a serem realizadas pela proponente: (1) justificativa técnica da exclusão de 14 analitos da Resolução CONAMA 396, para além da justificativa de tempo de execução do projeto; (2) inclusão de proposta de auditoria das coletas; (3) inclusão de apresentação dos relatórios de validação e de relatórios parciais durante a execução do projeto, e não apenas ao final; (4) justificativa das cargas horárias dedicadas ao projeto pelos bolsistas professores; (5) revisão do cálculo das taxas da Resolução 10/95; (6) reenvio dos Termos de Compromisso Ético assinados no novo modelo anexo. O CTC divulgará Resultado Preliminar solicitando que os ajustes descritos acima sejam realizados na proposta, para deliberação sobre o resultado definitivo da Chamada, juntamente com os seguintes esclarecimentos adicionais: (a) qualquer produção científica (e.g. publicação) deverá ser autorizada pelo CTC; (b) o documento do SENAI deve ser considerado somente uma referência orçamentaria, mas não como parceria na execução do subprojeto. Encerrou-se a reunião às 16h30. Eu, Tiago Barros Duarte, Secretário-Executivo do Comitê Técnico-Científico do “Projeto Brumadinho-UFMG” lavrei a presente ata, que vai assinada por mim e pelos demais. Belo Horizonte, 29 de maio de 2020. Tiago Barros Duarte

Adriana Monteiro da Costa

Ricardo Machado Ruiz

Carlos Augusto Gomes Leal

Claudia Mayorga

Claudia Carvalhinho Windmöller

Efigênia Ferreira

Fabiano Lara

Tiago Duarte

Gustavo Ferreira Simões



RECURSOS E ADEQUAÇÕES





UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

PROJETO BRUMADINHO-UFMG

**CHAMADA PÚBLICA INTERNA INDUZIDA Nº 14/2019: COLETA E ANÁLISE DE
COMPOSTOS ORGÂNICOS EM ÁGUA SUBTERRÂNEA**

**Determinação de Compostos Orgânicos Contemplados na Resolução CONAMA 396 em
Águas Subterrâneas Coletadas na Bacia do Rio Paraopeba utilizando as Técnicas de
Cromatografia Gasosa e Cromatografia Líquida Acopladas à Espectrometria de Massas**

Coordenador: Rodinei Augusti

Departamento de Química - Instituto de Ciências Exatas

Maio, 2020



1. JUSTIFICATIVA E CONTEXTUALIZAÇÃO

A captação de água do Rio Paraopeba para tratamento e disponibilização para consumo humano foi interrompida a jusante do ponto onde ocorreu o rompimento da barragem 1 (B1) do complexo da Mina Córrego do Feijão da empresa Vale, em Brumadinho. Isso causou o aumento da utilização de água subterrânea para os diversos fins, além da perfuração de novos poços para garantir o abastecimento. O programa de monitoramento de águas subterrâneas do Estado de Minas Gerais se encontra em fase de implementação pelo IGAM (Instituto Mineiro de Gestão de Águas), e ainda não há dados sobre a qualidade da água dos poços de água subterrânea outorgados pela SEMAD (Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável).

Sabe-se que diversas empresas, comércio e pequenas plantações foram parcialmente ou totalmente destruídos pela passagem do rejeito, além de uma enorme área da própria Vale. A quantidade e a diversidade dos compostos orgânicos presentes na barragem B1 ou ainda no maquinário, veículos, depósitos, transformadores e laboratórios, além de todos os locais no entorno da empresa, que foram arrastados, espalhados e soterrados pelo caminho, ainda não está equacionada.

O tipo de contaminação que pode ter potencialmente ocorrido não tem precedentes e/ou parâmetro de comparação com outros casos de contaminação pelos contaminantes orgânicos frequentemente monitorados em amostras de água subterrâneas e estabelecidos na Resolução CONAMA 396. Esses possíveis contaminantes de identidade, quantidade e concentração desconhecidos foram arrastados abruptamente e simultaneamente, podendo se encontrar na superfície ou ainda soterrados e concentrados no subsolo. Somado a isso, as constantes escavações na região para resgatar os restos mortais das vítimas pode ter alterado a cinética de distribuição desses poluentes levando a uma mudança periódica do cenário de



contaminação. Assim, não se sabe quais e quanto dos compostos foram liberados, e se eles estão acumulados ou não em algum local dos depósitos de lama ou sedimento. É amplamente conhecido que muitas substâncias orgânicas e seus produtos de degradação são altamente tóxicos em quantidades ínfimas e o seu monitoramento é de vital importância para a saúde da população e também dos ecossistemas.

Portanto, mostra-se não apenas importante, como também diligente, que seja avaliada a qualidade das águas subterrâneas das propriedades ao longo do Rio Paraopeba, as quais são usadas para consumo humano e animal. Deste modo, um monitoramento sistemático sobre a presença de compostos orgânicos nocivos nestas águas mostra-se de extrema relevância para acalmar toda a população do entorno da região do acidente.

A avaliação da qualidade das águas subterrâneas da bacia do Rio Paraopeba será realizada de acordo com o plano amostral disponibilizado pelo Comitê Técnico Científico (CTC) da UFMG do Projeto Brumadinho-UFMG na Chamada Pública Induzida 10/2019, apresentado na Figura 1, constando de 144 pontos de amostragem. Acredita-se que os resultados obtidos nesta proposta servirão de subsídio para avaliação da necessidade de monitoramento das águas subterrâneas da região, uma vez que elas têm sido utilizadas para consumo humano, dessedentação animal e irrigação. Apresenta-se como um dos compromissos da presente proposta, a apresentação dos resultados não apenas como uma comparação com os valores guia de qualidade da Resolução CONAMA 396, mas estabelecendo-se correlações fazendo uso de ferramentas quimiométricas, tais como análise de componentes principais (PCA, do inglês *Principal Component Analysis*) e análise de agrupamento hierárquico (HCA, do inglês *Hierarchical Clustering Analysis*). Dessa forma, será possível traçar perfis de similaridades e padrões de distribuição dos compostos orgânicos na bacia do Rio Paraopeba e, no futuro próximo, estabelecer a provável origem desses



elementos, quando dados de concentração desses compostos em solos, sedimentos e rejeitos puderem ser incorporados ao conjunto amostral.

2. OBJETIVOS E METAS

2.1. OBJETIVO GERAL E META FINAL

A avaliação da qualidade das águas subterrâneas da bacia do Rio Paraopeba será realizada de acordo com o plano amostral disponibilizado pelo Comitê Técnico Científico (CTC) da UFMG na Chamada Pública Induzida 10/2019, o qual é apresentado na Figura 1, constando de 144 pontos de amostragem. A coleta das amostras será realizada por uma empresa especializada, a qual será contratada com esta finalidade. A coleta e preservação das amostras serão feitas, necessariamente, seguindo os protocolos descritos no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da Agência Nacional de Águas.¹



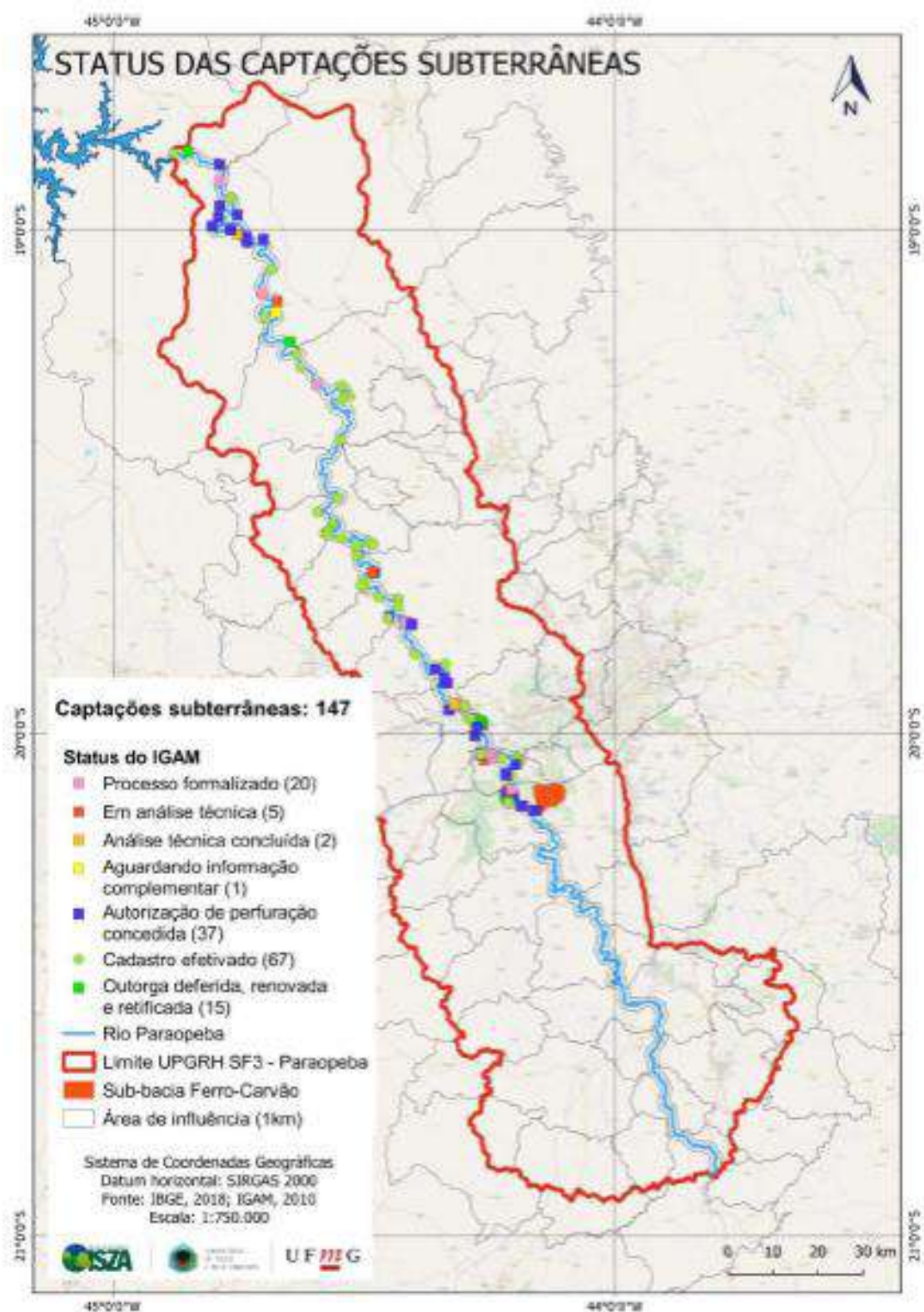


Figura 1. Localização dos 144 pontos de coleta de água subterrânea do plano amostral do CTC do Projeto Brumadinho-UFMG (Fonte: Chamada Pública Induzida10/2019, onde se cita as coordenadas geográficas destes pontos).



Para as análises das amostras, a equipe apresenta, como objetivo geral e meta final, analisar 62 analitos previstos na Resolução CONAMA 396 (Anexo 1), o que representa 81,6 % dos compostos desta lista, dentro do prazo estipulado de seis meses de execução da proposta. Os 14 analitos restantes, i. e. benzeno, 1,2-diclorobenzeno, 1,4-diclorobenzeno, 1,2-dicloroetano, 1,1-dicloroetano, *cis*-1,2-dicloroetano, *trans*-1,2-dicloroetano, tetracloreto de carbono, tetracloroetano, 1,1,2-tricloroetano, tolueno, *orto*-xileno, *meta*-xileno e *para*-xileno, são compostos de elevada volatilidade, sendo improvável que eles percolem o solo e atinjam o lençol freático. Assim, não se justifica o dispêndio financeiro e técnico para a prospecção desses compostos nesta proposta. Deve-se levar ainda em conta que é muito provável que para os dois primeiros meses de vigência do projeto, a equipe estará totalmente voltada para as tarefas de montagem do laboratório, instalação e treinamento com os novos equipamentos adquiridos. Dentre os 62 analitos selecionados, 18 (29 %) serão analisados por cromatografia líquida acoplada a espectrometria de massas sequencial (UHPLC-2D-MS/MS), enquanto que os 44 restantes (71 %) serão objeto de análise por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (GC-MS e GC-MS/MS), como indicado no Anexo 1. Além disso, todas as amostras serão analisadas via cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massas de alta resolução (HPLC-HRMS) para a realização de uma triagem (*screening*). Maiores detalhes sobre todas estas técnicas serão apresentados nos itens a seguir da presente proposta. Os analitos a serem determinados se dividem em quatro categorias principais: agrotóxicos (AGRs), hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), compostos organoclorados (OCCs) e contaminantes orgânicos voláteis (VOCs), como também indicado no Anexo 1.



2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A presente proposta apresenta os seguintes objetivos específicos:

1. Contratar e acompanhar a empresa que irá realizar a coleta de amostras de águas subterrâneas para determinação dos compostos orgânicos listados na Resolução CONAMA 396. A empresa a ser contratada deverá cumprir as exigências legais quanto ao sigilo das amostras e as boas práticas preconizadas no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da Agência Nacional de Águas e de acordo com o plano amostral fornecido pelo CTC;
2. Analisar as amostras aplicando metodologias de preparo adequadas para determinação de compostos contemplados na Resolução CONAMA 396 (Anexo 1) pelo uso da técnica de cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massas sequencial (UHPLC-2D-MS/MS), empregando metodologias quantitativas validadas segundo os parâmetros preconizados no guia de validação do INMETRO;²
3. Analisar as amostras aplicando metodologias de preparo adequadas para a determinação de compostos contemplados na Resolução CONAMA 396 (Anexo 1) pelo uso da técnica de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC-MS e GC-MS/MS), empregando metodologias quantitativas validadas segundo os parâmetros preconizados no guia de validação do INMETRO;²
4. Analisar as amostras aplicando metodologias de preparo adequadas para determinação de compostos contemplados na Resolução CONAMA 396 (Anexo 1) pelo uso da técnica de cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massas de alta resolução (UHPLC-HRMS), empregando metodologias no modo de varredura completa (*screening*), buscando outros compostos, além daqueles

