



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
Campus Governador Valadares
Instituto de Ciências da Vida

SECRETARIA DE
DESENVOLVIMENTO
ECONÔMICO
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E ENSINO SUPERIOR



Criação de um laboratório macrorregional para monitoramento e controle de qualidade de águas na bacia do Rio Doce:

*Laboratório Macrorregional de Águas
VALE DO RIO DOCE*

Coordenador:

Prof. Dr. Ângelo Márcio Leite Denadai
Químico Industrial
Mestre em Agroquímica
Dr. em Química

Junho
2018

Identificação da proposta

Pesquisador responsável

Prof. Dr. Ângelo Márcio Leite Denadai: Bel. em Química Industrial, Dr. em Química

Endereço eletrônico: angelo.denadai@ufff.edu.br

Instituição: UFJF - Campus Governador Valadares Instituto de Ciências da Vida, Av. Dr. Raimundo Monteiro de Rezende, 330, Centro, Governador Valadares - MG. CEP: 35010-177. Telefone: (33) 991616667.

Pesquisadores colaboradores

Prof. Dr. Hilton Manoel Dias Ribeiro: Bel. em Ciênc. Econômicas, Dr. em Economia.

Endereço eletrônico: hilton.manoel@ufff.edu.br

UFJF - Campus Governador Valadares, Instituto de Ciências Sociais Aplicadas, Av. Dr. Raimundo Monteiro de Rezende, 330, Centro, Gov. Valadares - MG. CEP: 35010-177. Tel: (33) 3301-1000.

Prof. Dr. Fábio Alessandro Pieri: Bel. em Medicina Veterinária, Dr. em Microbiologia.

Endereço eletrônico: fabio.pieri@ufff.edu.br

UFJF - Campus Governador Valadares, Instituto de Ciências da Vida, Av. Dr. Raimundo Monteiro de Rezende, 330, Centro, Gov. Valadares - MG. CEP: 35010-177. Tel: (33) 3301-1000.

Ivan Bretas Vasconcelos: Bel. em Comunicação Social, habilitado em Publicidade e Propaganda, Mestre em Gestão e Avaliação da Educação Pública

Endereço eletrônico: ivan.bretas@ufff.edu.br

UFJF - Campus Governador Valadares, Instituto de Ciências da Vida, Av. Dr. Raimundo Monteiro de Rezende, 330, Centro, Gov. Valadares - MG. CEP: 35010-177. Tel: (33) 3301-1000.

Prof. Ms. Hernani Ciro Santana: Bel. em Gestão Ambiental, Ms. em Engenharia Ambiental.

Endereço eletrônico: hernani.santana@univale.br

UNIVALE - Universidade Vale do Rio Doce. Curso Engenharia Civil e Ambiental. Rua Israel Pinheiro, 2000 - Bairro Universitário - CEP: 35020-220. Tel: (33) 99134-7004.

Prof. Wesley William Gonçalves Nascimento: Licenciado em Física, Dr. em Física.

Endereço eletrônico: wesley.nascimento@ufff.edu.br

UFJF - Campus Governador Valadares, Instituto de Ciências da Vida, Av. Dr. Raimundo Monteiro de Rezende, 330, Centro, Governador Valadares - MG. CEP: 35010-177. Tel: (33) 3301-1000.

Prof. Jéferson Gomes da Silva: Bacharel em Química; Dr. em Química.

Endereço eletrônico: jefersongomes.silva@ufjf.edu.br

UFJF - Campus Governador Valadares, Instituto de Ciências da Vida, Av. Dr. Raimundo Monteiro de Rezende, 330, Centro, Governador Valadares - MG. CEP: 35010-177. Tel: (33) 3301-1000.

Eng. Juliano Rocha Pereira: Bel em Engenharia de Alimentos; Ms. em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Endereço eletrônico: juliano.rocha@ufjf.edu.br

UFJF - Campus Governador Valadares, Instituto de Ciências da Vida, Faculdade de Farmácia, Av. Dr. Raimundo Monteiro de Rezende, 330, Centro, Governador Valadares - MG. CEP: 35010-177. Tel: (33) 3301-1000.

Linha de pesquisa do CNPq

Grande área: Ciências Exatas e da Terra

Área: Química

Sub-área: Análise de Traços e Química Ambiental (1.06.04.07-3)

Palavras Chave: Rio Doce; análise quantitativa; águas; ICP-MS; CG-MS.

Gestora

Fundação de Apoio e Desenvolvimento ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FADEPE)

CNPJ: 00.703.697/0001-67

Endereço: Av Dr. Paulo Japiassu Coelho, 545, Cascatinha, Caixa Postal 20040, Juiz de Fora, MG, CEP 36033-310.

Responsável Legal: Jose Humberto Viana Lima Júnior, Diretor Executivo (CPF: 223.997.803-10)

1- Introdução

O Brasil possui 8% de toda a água doce existente no planeta. Apesar desse fato, as constantes crises de abastecimento em suas diversas regiões tem sido uma realidade cada vez mais constante, com prejuízos variados para a população e meio ambiente.

Em 2001, o Tribunal de Contas da União (TCU) constatou através de auditoria que no Brasil, a crise de água não é consequência apenas de fatores climáticos ou geográficos, mas principalmente, do mau uso dos recursos hídricos. Nesse relatório, foi apontado que dentre as causas do problema estão: 1) o fato da água não ser tratada como um bem estratégico no país; 2) a falta de integração entre a política nacional de recursos hídricos e as demais políticas públicas; 3) os graves problemas na área de saneamento básico; e 4) a forma como a disponibilidade da água é compreendida, visto que a sociedade e muitas autoridades a julgam como um recurso infinito (TCU, 2001).

O fornecimento de água de qualidade é fator determinante para a saúde pública. A Organização das Nações Unidas (ONU) estima que mais de 40% da população mundial seja afetada por problemas com escassez e qualidade, comprometendo a saúde e ocasionando mortes e prejuízos econômicos. Por essas razões, no encontro entre líderes das nações unidas em 25-27 de setembro de 2015 (Nova York – EUA), foi incluído como *6º Objetivo do Desenvolvimento Sustentável mundial: a garantia da disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento*. A agenda estabeleceu como meta o ano de 2030 para alcance da gestão mais responsável dos recursos hídricos, incluindo a implementação de saneamento básico nas regiões vulneráveis e a proteção dos ecossistemas relacionados à água, como rios e florestas (ONU, 2015).

Em 2001 existiam no Brasil pelo menos 10,2 milhões de domicílios sem serviço de abastecimento de água e aproximadamente 11,5 milhões que não possuíam coleta de esgoto ou fossa séptica. O decrescente índice pluviométrico observado nos últimos anos agravou a indisponibilidade hídrica, refletindo diretamente nos custos com o processo de tratamento de água e nos índices de morbidade e mortalidade apresentados pelos sistemas saúde (TCU, 2001).

O principal fator para a poluição dos rios é o descarte de efluentes e resíduos sem tratamento prévio tanto dos rejeitos empresariais quanto das populações urbanas. Além disso, não existe no Brasil, uma política consolidada de destinação de rejeitos sólidos na forma de aterros sanitários controlados. Por lixiviação, a parte solúvel desses poluentes alcança os cursos d'água, contaminando os mananciais, contribuindo para a transmissão de enfermidades como parasitoses, diarreias, hepatites, dentre outras. Em paralelo, com a redução gradativa da capacidade dos rios em diluir os dejetos e rejeitos, as Estações de Tratamento de Água (ETAs) tem necessitado cada vez mais de intervenções para melhoria do processo tratamento, seja pela aquisição de novos equipamentos, pelo uso de substâncias químicas não convencionais ou pelo aumento dos custos com análises laboratoriais (CEMADEN, 2016).

Dentre as bacias hidrográficas brasileiras, a do Rio Doce é a mais importante do Sudeste, abrangendo 222 municípios e uma área de drenagem de 83.400 km², sendo 86% em Minas Gerais e 14% no Espírito Santo. No início do século XX, o Vale do Rio Doce possuía cobertura do complexo da

Mata Atlântica. Com a construção da Estrada de Ferro Vitória-Minas (1903-1910), ligando Governador Valadares – MG a Vitória – ES, acelerou-se o processo de desmatamento em decorrência da expansão da malha ferroviária até Itabira–MG.

Apesar do crescimento econômico e das atividades urbanas provenientes da industrialização, as atividades extrativistas de minério e madeira, juntamente com o aumento da pecuária, ocasionaram uma explosão demográfica na mesorregião do Vale do Rio Doce, com um impacto ambiental negativo sobre a bacia, pois o rio e seus afluentes passaram a drenar resíduos industriais, domésticos e agroindustriais, acarretando em elevado índice de poluição, sendo por isso, uma das mais degradadas bacias do Brasil (Parreiras and Couri, 2014).

De acordo com o relatório anual do Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM), a produção brasileira da indústria extrativista mineral (PIB mineral) foi de US\$ 40 bilhões em 2014 e corresponderam a 5% do PIB industrial. Neste contexto, o estado de Minas Gerais é protagonista no setor, contribuindo com aproximadamente 50% da produção e exportação de minerais do país (IBRAM, 2015). Associado a isso, estima-se que algumas reservas minerais do estado possuam capacidade de serem exploradas por até 400 anos, de modo que a atividade será a principal fonte de arrecadação do estado por muitas décadas.

Apesar da importância econômica, os impactos ambientais gerados pela mineração são extremamente preocupantes. No dia 5 de novembro de 2015, na cidade de Mariana – MG, houve o rompimento da barragem de Fundão, na unidade industrial de Germano, subdistrito de Bento Rodrigues do município de Mariana – MG, liberando para o meio ambiente, um volume aproximado de 55 milhões de metros cúbicos de rejeitos de mineração (na forma de lama), que provocaram a destruição do subdistrito, causando 19 mortes e aproximadamente 600 desabrigados/desalojados. Além dos danos locais, o a lama escoou para a calha do Rio Doce, provocando o maior dano ambiental já registrado na história do Brasil, levando a mortandade abrupta da fauna e modificações hidrodinâmicas no curso e leito do rio (Gerais, 2016).

Hoje ainda não há previsões conclusivas e assertivas sobre a extensão dos prejuízos, devido à complexidade do dano e às opiniões contraditórias de diversos órgãos. Mas estima-se que seja da ordem dos bilhões de reais dado o valor da ação conjunta, no valor de R\$ 20 bilhões, movida pelo Governo do Estado de Minas Gerais, do Espírito Santo e União, para a serem utilizados em medidas ambientais e socioeconômicas (Gerais, 2016).

Quanto ao comprometimento da qualidade da água do rio, o laudo técnico gerado pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), durante novembro/2015 a junho/2016, apontou alterações da composição química da água do rio em diversos pontos da calha se comparado com as médias históricas (IGAM, 2016), violando os parâmetros físico-químicos de qualidade das “águas classe 2” conforme estabelecido pela Resolução Conama 357/05 (CONAMA, 2005).

Águas da “classe 2” são aquelas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional nas ETAs. Tal processo consiste na captação, decantação preliminar, floculação com sulfato de alumínio/carbonato de sódio, decantação do floculado, filtração,

cloração e fluoretação. Cada uma dessas etapas possui um objetivo distinto e visa a adequação aos parâmetros estabelecidos pela portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011).

Uma primeira consequência da alteração da composição química da água foi o colapso de muitas das ETAs existentes no curso do rio, que persistiu por vários meses após o rompimento da barragem e passagem da lama. Como a turbidez chegou a alcançar valores superiores a 10^7 NTU, estações de várias cidades deixaram de usar o sulfato de alumínio/carbonato de sódio no processo convencional de floculação para incorporarem floculantes mais onerosos, à base de polieletrólitos catiônicos, exemplificado por aquele obtido a partir de acácia-negra (*Acacia mearnsii*), com o nome comercial de TANFLOC® (Mangrich *et al.*, 2014).

Outra consequência que perdura até os dias de hoje foi a mudança comportamental das populações atingidas, relativa à preferência pelo tipo de água para uso doméstico e ingestão. Em Governador Valadares e municípios vizinhos tem sido comum a população leiga substituir o consumo de águas produzidas pelas ETAs por águas minerais envazadas ou provenientes de poços artesianos, por entenderem que essas últimas apresentam qualidade superior.

Em 2016, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM apontou uma forte tendência de restabelecimento da composição do rio frente à série histórica de parâmetros físico-químicos definidos pela Resolução CONAMA 357/2005 (IGAM, 2016). Por essa razão, as estações passaram gradativamente a retornar com o processo convencional de tratamento, com sulfato de alumínio/carbonato de sódio. Além disso, diversos laudos gerados por laboratórios especializados comprovaram a melhoria da qualidade das águas produzidas pelas ETAs da região, frente à portaria 2914 do Ministério da Saúde, semanas após o desastre.

Desde então, mesmo com a publicização dessas informações, por falta de informação e formação, a opinião pública tem se demonstrado extremamente resistente em acreditar no restabelecimento físico-químico da água do rio e na qualidade das águas tratadas. Isso porque o entendimento acerca da dinâmica de corpos d'água bem como dos fatores que interferem e definem a composição química e biológica é uma tarefa complexa e multidisciplinar, exigindo conhecimentos avançados de química, biologia, geologia e engenharias.

Outro agravante para acreditação nos laudos públicos é a **relatividade dos conceitos de qualidade de águas**, visto que dependem da finalidade para a qual são empregadas. Se tratando de águas para algum tipo de uso humano, como por exemplo, irrigação, abastecimento, atividades de recreação, pesca, etc; existem pelo menos quatro normativas a serem consideradas, cada uma com um arcabouço de parâmetros físico-químicos e biológicos cujos valores limite devem ser respeitados para se proceder com tal ou qual aplicação.

Para águas superficiais, incluindo rios, tem-se a Resolução 357/2005 (CONAMA, 2005) cujos parâmetros apresentam limites bem amplos se comparados com outras resoluções. Isso por levar em consideração que essas águas estão expostas a condições ambientais diversas, lixiviando e drenando todo tipo substâncias químicas e material biológico durante o escoamento. Para águas tratadas em ETAs, a normativa que regula a qualidade é a portaria 2914 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011),

enquanto que a qualidade das águas minerais envasadas e gelo é definida pela Resolução RDC nº 274/2005 (ANVISA, 2005). Por considerarem o principal uso dessas águas a ingestão humana, essas duas resoluções são bem mais restritivas quanto aos limites dos parâmetros físico-químicos, sendo inclusive, bastante similares. As águas subterrâneas, exemplificadas por aquelas provenientes de poços artesianos, são reguladas pela Resolução CONAMA nº 396/2008 (CONAMA, 2008). Esta última, quando aplicada a águas para ingestão humana, estabelece parâmetros similares aos de água tratada e água mineral. Porém, apresenta também limites compatíveis com os de águas superficiais quando se considera usos mais grosseiros.

No geral, o entendimento equivocado do público sobre as definições de qualidade de águas tende a agravar os impactos ambientais imediatos na bacia. A elevação no consumo de água mineral acarreta num aumento no descarte de embalagens plásticas, geralmente feitas de polímeros derivados do petróleo, como politereftalato de etileno (PET), que por sua vez podem demorar 400 anos para se degradarem no meio ambiente. Já a preferência por uso de águas subterrâneas induz a perfuração indiscriminada de poços, causando redução no volume ou eliminação dos lençóis freáticos num curto espaço de tempo. Além disso, caso a perfuração ocorra em microjazidas que contenham óxidos ou sais elementos tóxicos (como por exemplo, sais de cádmio, chumbo, arsênio, cromo e mercúrio), pode ocorrer lixiviação desses elementos, com dissolução parcial ou total, contaminando a água e o lençol como um todo, trazendo danos imprevisíveis para os ecossistemas e usuários diretos das águas.

A Lei 9.443/97, que institui a política nacional de recursos hídricos, se fundamenta em três objetivos principais no tocante à proteção das águas no Brasil, sendo eles: 1) a preservação da disponibilidade quantitativa e qualitativa de água, para as presentes e futuras gerações; 2) a sustentabilidade dos usos da água, admitidos somente os de cunho racional; e 3) a proteção das pessoas e do meio ambiente contra os eventos hidrológicos críticos (BRASIL, 1997).

No âmbito dessa política, é explícito que todas as ações inerentes ao manejo e distribuição das águas inevitavelmente esbarram no quesito *qualidade*. Este, por sua vez, deve ser definido por meio do levantamento de parâmetros físico-químicos que somente podem ser determinados através de análises laboratoriais apropriadas. Em outras palavras, quaisquer abordagens acerca da qualidade de águas, que não estejam devidamente acompanhadas de resultados analíticos obtidos em laboratórios, são meramente especulativas.

Diante do exposto e considerando que:

- Os recursos hídricos da bacia do rio Doce desempenham um papel fundamental na economia do Leste Mineiro e do Noroeste Capixaba, uma vez que fornecem a água necessária aos usos doméstico, agropecuário, industrial e geração de energia elétrica, dentre outros;
- O 6º objetivo de Desenvolvimento Sustentável estabelecido pela ONU tem como meta a garantia da disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos;
- A Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro 1997, que institui a política nacional de recursos hídricos, visa a preservação da disponibilidade quantitativa e qualitativa de água, a sustentabilidade dos usos

da água e a necessidade de proteção das pessoas e do meio ambiente contra os eventos críticos;

- O Decreto nº 46.892/2015, que instalou a “Força-Tarefa Barragem do Fundão”, tem como objetivo a avaliação dos efeitos e desdobramentos do rompimento da Barragem de Fundão;
- O Termo de Transação de Ajustamento de Conduta (TTAC) firmado entre a Samarco, Vale e BHP, juntamente com os Governos dos Estados de Minas Gerais, do Espírito Santo e a União, tem como objetivos a adoção de medidas de reparação dos danos sociais, ambientais e econômicos nas regiões atingidas;
- Existe uma grande necessidade de se desmistificar o entendimento popular de que a qualidade das águas minerais e de poços artesianos são superiores às provenientes de estações de tratamento;
- A aferição da qualidade das águas frente às legislações vigentes e o trabalho de comparação da qualidade de diferentes tipos de água são impossíveis sem a disponibilidade de laboratórios especializados, com a infraestrutura analítica adequada;
- A região leste de Minas, uma das mais afetadas pelo evento do rompimento da barragem, não possui um laboratório com as referidas características;
- A coleta de águas para análises necessita obedecer a regras estabelecidas por Normas Técnicas (NBRs 9897 e 9898), afim de se garantir a confiabilidade da amostragem. Para isso, é importante que os laboratórios não estejam distantes dos pontos de coleta;
- Que nenhuma das ações promovidas pela Fundação Renova/Samarco ou pelos órgãos públicos incorporaram, até o momento, diretrizes para a criação de um laboratório macrorregional de monitoramento de qualidade das águas do Rio Doce e de demais fontes, no sentido de se promover o monitoramento e comparação da qualidade das águas da região;

o presente projeto tem como objetivo a criação e consolidação de um *Laboratório Macrorregional de Análise de Águas*, com equipamentos de elevada sensibilidade e reprodutibilidade, capazes de demonstrar o nível de qualidade de cada tipo de água frente às legislações correspondentes. Além disso, a referida central analítica permitirá avaliar no decorrer dos anos se as estações são robustas o suficiente para produzirem águas estatisticamente seguras. Todas essas ações contribuirão definitivamente para a implementação da política nacional de recursos hídricos no Leste de Minas Gerais, conforme Lei 9.433/1997, bem como redução dos impactos ambientais e sociais decorrentes do rompimento da barragem.

2 - Objetivos

2.1 - Objetivo Geral

Criação de um laboratório macrorregional especializado em análises químicas e físico-químicas de amostras de águas provenientes de diferentes fontes, para atendimento à região Leste de Minas Gerais, incluindo montagem, funcionamento e calibração dos equipamentos imprescindíveis ao monitoramento de parâmetros de qualidade de águas: Espectrometria de massa por plasma acoplado indutivamente – ICP-MS (para determinação de parâmetros químicos inorgânicos de qualidade); Cromatógrafo gasoso acoplado a detector por espectrometria de massas – CG-MS (para determinação de parâmetros químicos orgânicos de qualidade); Bioanalisador de toxicidade (para avaliação do potencial tóxico das amostras de água) e Analisador multiparâmetro com amostrador automático para controle de qualidade de águas; bem como infraestrutura auxiliar.

Considerando a complexidade da instalação do laboratório, bem como calibração e manutenção dos equipamentos, o projeto focará prioritariamente cidade de Governador Valadares como cidade piloto, mas com vistas à expansão do plano de amostragem nos demais municípios.

2.2 - Objetivos Específicos

- Analisar amostras de água do Rio Doce em diferentes pontos de Governador Valadares (prioritariamente) e em diferentes períodos do ano, determinando os parâmetros físico-químicos bem como as concentrações de elementos químicos inorgânicos e compostos orgânicos estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005.
- Analisar amostras de poços localizados em diversos pontos da cidade de Governador Valadares (prioritariamente), especialmente nas proximidades do Rio Doce, determinando os parâmetros físico-químicos bem como as concentrações de elementos químicos inorgânicos e compostos orgânicos estabelecidos pela Resolução CONAMA no 396/2008, afim de se avaliar possível contaminação dos lençóis freáticos nas proximidades do rio.
- Analisar amostras de água oriundas de ETAs de Governador Valadares (prioritariamente), determinando os parâmetros físico-químicos bem como as concentrações de elementos químicos inorgânicos e compostos orgânicos estabelecidos pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde.
- Analisar amostras de água mineral comercializadas em de Governador Valadares (prioritariamente), determinando os parâmetros físico-químicos bem como as concentrações de elementos químicos inorgânicos e compostos orgânicos estabelecidos pela Resolução RDC ANVISA nº 274/2005.
- Comparação da qualidade das águas provenientes de diversas fontes, no sentido de atuar de forma educativa junto às comunidades locais na desmistificação de que a qualidade de água tratada nas ETAS é inferior à de outras fontes.
- Formar recursos humanos aptos para atuar em atividades inerentes a análises de águas.

3- Justificativa

O Campus Avançado da Universidade Federal de Juiz de Fora em Governador Valadares - MG, cujas atividades se iniciaram no dia 19/11/2012, é um dos mais recentes Campi Universitários instalados em Minas Gerais e conta com pesquisadores e laboratoristas com experiência relevante em linhas de pesquisa focadas em análises laboratoriais. Por essa razão, na crise hídrica de 2015 a UFJF-GV foi acionada por diversos órgãos públicos, especialmente, a Polícia Militar Ambiental e o Ministério Público Estadual, com o objetivo de se realizar análises físico-químicas da água. Todavia, a UFJF-GV não foi capaz de efetuar análises das águas pelo fato de não dispor dos equipamentos necessário para tal (especialmente Espectrofotômetro ICP-MS, Cromatógrafo gasoso GV-MS, Bioanalisador de toxicidade e Analisador Multiparâmetro).

Por outro lado, a UFJF-GV atuou junto ao Ministério Público do Estado de MG para viabilizar análises em laboratórios certificados, coletando amostras de água do rio e de duas ETAs, segundo as NBRs 9897 e 9898, coletando e enviando amostras para laboratórios certificados ou para pesquisadores independentes; auxiliando diretamente na interpretação de laudos e na divulgação pública de resultados.

Desde o rompimento da barragem até os dias atuais, apesar da a publicização de laudos de qualidade emitidos por diversos laboratórios acreditados, a população ainda não se convenceu da segurança da água produzida nas ETAs. Nos municípios atingidos ainda é comum a população substituir o consumo de água tratada por água mineral ou de poços artesianos. Essa mudança cultural tende a agravar os impactos ambientais, uma vez que tem-se um aumento no descarte de embalagens plásticas no meio ambiente além do fato de que perfuração indiscriminada de poços artesianos causa, num curto espaço de tempo, redução no volume dos lençóis freáticos e contaminação dos aquíferos.

No intuito de demonstrar para a população a segurança das águas produzidas pelas ETAs, com vistas à redução dos impactos ambientais causados pelos novos hábitos bem como a necessidade de se intensificar o monitoramento da qualidade de águas minerais, do rio, de ETAs e de poços artesianos em diferentes períodos do ano; a presente proposta tem como objeto o monitoramento e comparação das concentrações dos elementos químicos orgânicos e inorgânicos estabelecidos pelas correspondentes legislações, focando em amostras de água de Governador Valadares e região.

Para isso, propõe-se a criação de um LABORATÓRIO MACRORREGIONAL DE ANÁLISE DE ÁGUAS, com equipamentos capazes de atender às normativas para cada tipo de água. Essa estratégia permitirá comparar a qualidade das águas produzidas nas ETAs da região e avaliar se as estações são robustas o suficiente para produzirem águas estatisticamente seguras, contribuindo definitivamente para implementação de uma política regional de monitoramento de águas no Leste de Minas Gerais, com vistas à redução dos impactos ambientais e sociais decorrentes do rompimento da barragem.

É válido salientar que na cidade de Governador Valadares não existe laboratório que disponha desses equipamentos. Na região, os poucos laboratórios que os possuem são de propriedade privada, do setor industrial, com demandas de uso muito bem definidas.

4- Metodologia

4.1. Determinação do plano de amostragem

A etapa inicial do plano de amostragem consiste em se estabelecer parcerias com órgãos e laboratórios públicos, no intuito de se descentralizar parte ações de coleta de amostras. Serão necessárias também autorizações formais para coletas quando se tratar de áreas privadas.

Para isso, será necessário estabelecer junto a entes públicos, a frequência de envio de amostras para o laboratório, bem como os cuidados necessários às coletas, com base nas NBRs 9897 e 9898, afim de se garantir a validade das amostras.

Antes de abordar os critérios de escolha dos pontos de amostragem, é necessário ressaltar que o objetivo do monitoramento da qualidade da água é avaliar a qualidade média da água que a população consome. Dentro desta visão, não se devem direcionar os pontos de coleta de amostras apenas para os pontos críticos (zonas altas e baixas da cidade, áreas sujeitas à pressão negativa, reservatórios, áreas sujeitas à interrupção temporária de fornecimento, locais afetados por manobras), sob pena de distorção de resultados.

Assim, os pontos de coleta de amostras de água tratada ou de poços deverão ser escolhidos por meio de uma composição entre pontos críticos e não críticos, fixos e variáveis, buscando uma representatividade espacial na rede de distribuição do sistema amostrado. Os pontos variáveis serão escolhidos aleatoriamente, de tal forma a abranger todo o universo da população abastecida e os pontos fixos podem ser escolhidos em locais que abastecem grande número de consumidores (terminais rodoviários, terminais ferroviários, shopping centers, etc), ou ainda consumidores suscetíveis (hospitais, serviços de hemodiálise, creches, escolas, etc). As análises de águas minerais será feita considerando amostras comercialmente disponíveis na região de Governador Valadares.

4.2. Procedimento de amostragem

Para os procedimentos de amostragem para análises inorgânicas, deverão ser obedecidos os procedimentos estabelecidos na NBR9898, que por sua vez *“fixa as condições exigíveis para a coleta e a preservação de amostras e de efluentes líquidos domésticos e industriais e de amostras de água, sedimentos e organismos aquáticos dos corpos receptores interiores superficiais”*. Abaixo são descritas resumidamente as recomendações para coleta de amostras de água:

- Certificar da limpeza de todos os equipamentos e materiais a serem utilizados;
- Assegurar de que as amostras coletadas não devem incluir partículas ou materiais estranhos coletados acidentalmente;
- Calibrar os equipamentos e realizar as medidas tomando-se alíquotas separadas das que seguirão para o laboratório;
- Armazenar as amostras em frascos devidamente identificados. Imediatamente após a coleta, as amostras deverão ser acondicionadas em caixa térmica, com bolsas térmicas gel, até a chegada ao laboratório;

- As amostras líquidas serão estocadas em frascos plásticos quimicamente inertes e perfeitamente vedados, com tampa e recipiente feitos do mesmo tipo de material.
- Deverão ser utilizadas aditivos conservantes (ácido nítrico), para evitar a precipitação de substâncias. O volume a ser coletado, bem como os demais cuidados estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1: Relação de frascos, volume de amostra e condições de preservação de amostras, conforme NBR 9898.

Parâmetro	Tipo de frasco (*)	Volume mínimo de amostras (mL)	Acondicionamento para transporte	Preservação da amostra	Prazo para ensaio
Alcalinidade	P ou V	200	CT + BG**	refrigeração a 4° C	24 horas
Ânions	P	100	CT + BG	filtração e congelamento	90 dias
Cátions	P	100	CT + BG	filtração e congelamento	90 dias
Dureza	P ou V	200	CT + BG	adicionar 1,0 mL de HNO ₃ ou H ₂ SO ₄	60 dias
Fósforo total	P	50	CT + BG	filtração e congelamento	24 horas
Metais	P	100	CT + BG	adicionar 1,0 mL HNO ₃	180 dias
Turbidez	P	50	CT + BG	Armazenar no escuro por até 24 h sob refrigeração	24 horas

(*) P = plástico (polipropileno ou equivalente); V = vidro (borossilicato).

(**) caixa térmica + bolsa gel

Sobre a amostragem para análises de compostos orgânicos, conforme NBR 9898, serão utilizados frascos de vidro em borossilicato e âmbar, que por sua vez serão armazenados em bolsa térmica com gelo para congelamento imediato. Quando pertinente, será feita estabilização com ácido sulfúrico até pH < 2 (no caso de herbicidas fenoxiácidos clorados).

4.3. Abertura de amostras para análises inorgânicas

As amostras serão abertas segundo método 3030F da American Water Works Association (AWWA) e Water Environment Federation (WEF), que basicamente consiste em dissolver as amostras em solução concentrada de ácido nítrico e ácido clorídrico em bloco digestor, usando frascos pressurizados à temperatura de 105 °C, durante intervalo de tempo apropriado (Rice *et al.*, 2005b).

4.4. Planejamento analítico para análises inorgânicas por ICP-MS

As determinações dos elementos químicos inorgânicos serão realizadas de acordo com a norma *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater de autoria da American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) e Water Environment Federation (WEF)* (Rice *et al.*, 2005a), conforme recomendado pela portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde em seu artigo 22.

Em resumo, as amostras digeridas e acidificadas serão injetadas no ICP-MS, utilizando-se método da curva analítica na determinação dos elementos, através do uso de soluções padrão multielementares. As condições de operação do equipamento serão definidas após a aquisição.

4.5. Preparo de amostras para análises orgânicas por CG-MS

Para determinação de substâncias orgânicas como pesticidas e herbicidas de amostras de água, será necessário efetuar a extração através do procedimento conhecido com o Separação em Fase Sólida (Solid Phase Extraction – SPE), no sentido de concentrar as amostras para posterior análise no cromatógrafo.

Serão utilizados como sorventes para SPE os baseados em sílica modificada com cadeia linear de 18 carbonos n-octadecilsilano (C18). Na técnica SPE, os analitos contidos numa matriz aquosa são extraídos, juntamente com os compostos interferentes, após passarem por um cartucho (tubo de polipropileno entre dois discos de polietileno, compactando o sorvente) ou disco contendo sorvente (Lanças, 2004).

4.5.1. Programação e condições do cromatógrafo

A programação e as condições utilizadas para o GC/MS serão baseadas no método EPA 8270D e ajustadas após a instalação do equipamento (EPA).

4.6. Demais parâmetros físico-químicos

Demais parâmetros físico-químicos como turbidez, cor, dureza, pH, alcalinidade, condutividade elétrica, cloro residual, amônia, cloreto, fluoreto, dureza, oxigênio dissolvido, fosfatos; serão determinados no analisador automático multiparâmetro, seguindo o procedimento operacional padrão (POP) de cada sonda e obedecendo o disposto na NBR 9898.

4.7. Realização de bioensaios de toxicidade

Os ensaios de toxicidade aguda das amostras de água serão realizados em Bioanalisador de toxicidade, segundo norma NBR 15411-1, 2, e 3, utilizando bactérias luminescentes *Vibrio fischeri* NRRL B-11177 como organismos-teste.

4.8. Difusão das informações

A equipe de profissionais responsável pelo laboratório estabelecerá instruções para emissão de boletins contemplando situações de rotina, plantões e urgências, considerando o que está definido no Cronograma de Execução, item 5 deste projeto. O prazo para divulgação dos boletins seguindo as diretrizes informadas a seguir será de até 15 dias úteis após a conclusão das análises e tratamento estatístico dos dados.

Os boletins e demais documentos a serem divulgados serão legíveis, sem rasuras de transcrição, escritos em língua portuguesa e assinado por profissional de nível superior legalmente habilitado e vinculado ao Laboratório. A autenticidade e segurança do documento serão atestadas por assinatura do profissional manuscrita ou em formato digital por meio de processo de certificação regidas pela Medida Provisória nº 2.200-2/2001. O material de divulgação apresentará identidade visual própria conforme modelo em anexo.

Os boletins e demais documentos deverão contemplar os itens mínimos dispostos no item 6.3.3 da RDC nº 11, de 16 de fevereiro de 2012 (ANVISA):

- I - título ou identificação do documento;
- II - nome e endereço do laboratório e do local onde os ensaios foram realizados;
- III - identificação unívoca do relatório de ensaio e, em cada página, uma identificação que assegure que a página seja reconhecida como uma parte do relatório de ensaio, e uma clara identificação do final do relatório;
- IV - nome e endereço do solicitante;
- V - identificação do método utilizado e dos valores de referência aceitáveis para o produto testado;
- VI - identificação inequívoca dos itens ensaiados;
- VII - data e hora da coleta, data do recebimento das amostras e da emissão do boletim;
- VIII - referência ao plano e procedimentos de amostragem utilizados pelo laboratório ou por outros organismos, quando estes forem pertinentes para a validade ou aplicação dos resultados;
- IX - resultados da análise com as unidades de medida, onde apropriado;
- X - identificação das pessoas autorizadas para emissão do relatório da análise;
- XI - registro dos desvios ocorridos durante a execução da análise, amostragem e coleta, quando pertinentes;
- XII - declaração de que os resultados se referem somente aos itens analisados, quando necessário; e
- XIII - conclusão, quando pertinente.

As cópias dos boletins e demais documentos deverão ser arquivados por prazo mínimo de 5 (cinco) anos, de maneira que facilite a sua recuperação e rastreabilidade.

Os resultados serão divulgados em site que será desenvolvido especificamente para uso do Laboratório. A página oficial na internet deverá ser hospedada em domínio do Governo do Estado (ex.: saude.mg.gov.br) ou da UFJF (ex.: ufjf.br).

Além da difusão das informações na página oficial do Laboratório, os boletins poderão ser enviados para os principais veículos de comunicação da região, considerando todos os tipos de mídia (impressa, online, televisiva, entre outras). Considerando a sensibilidade do tema, os meios de comunicação promoverão maior visibilidade aos boletins divulgados e maior acesso à população,

Os resultados divulgados não poderão ser utilizados por qualquer terceiro para fins de veiculação de peças publicitárias em qualquer forma ou meio de comunicação, diretamente ou através de prepostos. Toda e qualquer publicação além daquela feita de maneira oficial pelo próprio Laboratório deverá ser previamente autorizada pela equipe responsável do Laboratório. Ressalva-se, nesse ponto, a autorização apenas para uso em publicações de caráter científico, decorrente de atividades de pesquisa.

A equipe responsável do Laboratório, ao tomarem conhecimento de práticas de publicidade enganosa ou que contrariem esta norma, deverão adotar as providências pertinentes ao seu campo de competência legal e, concomitantemente, oficiar os fatos ao Ministério Público e órgãos vinculados, com cópias dos documentos e informações sobre o estabelecimento envolvido na divulgação.

5- Cronograma de Execução

A gestão do projeto compreende as etapas abaixo, as quais estão vinculadas aos prazos de execução conforme demonstrado na Tabela 2. A criação do Laboratório Macrorregional será uma ação permanente em Governador Valadares e Região. Com a disponibilidade de recursos o plano de trabalho segue abaixo o cronograma dimensionado para execução em 48 meses.

5.1 Planejamento

- Identificação de local para implementação do laboratório e gestão das atividades
- Estabelecimento de parcerias: elaboração e estabelecimento de parcerias;
- Criação de termos de autorização para coleta e difusão das informações;
- Identificação de pontos de coleta e organização de agenda de coleta;
- Organização de agenda de análises;

5.2 Gestão financeira e implantação

- Aquisições dos equipamentos de grande porte
- Aquisição de equipamentos de pequeno porte
- Aquisição de insumos;
- Implementação das bolsas;
- Montagem e calibração dos equipamentos;
- Validação dos métodos.

5.3 Gestão do laboratório, operação e execução

- Cada amostragem será realizada duas vezes por ano (uma vez por semestre);
- Cada ponto de amostragem será realizado em triplicada;
- Serão analisados 4 tipos de água: água coletada diretamente do rio, água de poços, água tratada (ETAs) e águas minerais;
- Para cada tipo de água será definido no intervalo de 3 anos, 8 pontos de amostragem.
- Estão previstas um total de 576 análises.
- Preparação para coleta de amostras (início de cada semestre)
- Execução da coleta de amostras (início de cada semestre)

- Elaboração de relatórios de calibração dos equipamentos e validação das metodologias (final de cada coleta);
- Recebimento e acondicionamento das amostras (início de cada semestre);
- Digestão das amostras (início de cada semestre);
- Calibração dos equipamentos (após um mês, sendo feita constantemente);
- Realização das análises (um mês após a coleta);
- Organização dos dados: tratamento estatístico e comparação dos dados com as legislações (2-3 meses após a coleta);
- Construção de gráficos de evolução temporal da composição do rio (3º mês após a coleta);
- Organização das planilhas na forma de boletins semestrais (5º mês).

5.4 Difusão das informações

- Criação de web-página do laboratório;
- Divulgação dos resultados – Boletins on line (6º mês);
- Organização dos dados brutos para o relatório anual (final de cada ano);
- Organização dos dados para o relatório final (3 meses antes do final do projeto);
- Reuniões técnicas com entidades públicas e privadas para apresentação de resultados;
- Evento técnico-científico e institucional (final do projeto).

5.5 Prestação de contas

- Prestação de contas financeira - articulação junto à fundação;
- Consolidação do relatório final.

Tabela 2: Cronograma de execução dimensionado para 4 anos.

VI - CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO (Meta, Etapa ou Fase)						
1 - META	2 - ETAPA / FASE	3 - ESPECIFICAÇÃO	4 - INDICADOR FÍSICO		5 - DURAÇÃO	
			6 - Unidade	7 - Quantidade	8 - Início	9 - Término
Organizar o espaço físico	5.1. PLANEJAMENTO	Identificação de local apropriado e elaboração de projeto de layout do espaço	Ud	1	1º mês	2º mês
Estabelecer parcerias	5.1. PLANEJAMENTO	Elaboração e estabelecimento de parcerias; Criação de modelo termos de autorização para coleta e divulgação de resultados	Ud	8	1º mês	6º mês
Elaborar plano de amostragem e análises	5.1. PLANEJAMENTO	Identificação de pontos de coleta; Organização de agenda de coleta; Organizar agenda de análises e tratamento de dados.	Ud	1	1º mês	6º mês
Adquirir equipamentos	5.2. GESTÃO FINANCEIRA E IMPLANTAÇÃO	Adquirir equipamentos de grande porte (incluindo tempo para importação)	Ud	3	3º mês	8º mês
Adquirir equipamentos	5.2. GESTÃO FINANCEIRA E IMPLANTAÇÃO	Adquirir equipamentos de pequeno porte e insumos	Ud	15	2º mês	9º mês
Implementar bolsas	5.2. GESTÃO FINANCEIRA E IMPLANTAÇÃO	Implementar bolsas, estruturar e acompanhar a equipe de trabalho	Ud	4	1º mês	48º mês
Montar e calibrar equipamentos de grande porte	5.2. GESTÃO FINANCEIRA E IMPLANTAÇÃO	Instalação dos equipamentos de grande porte juntamente com fornecedores	Ud	3	8º mês	10º mês
Validar métodos	5.2. GESTÃO FINANCEIRA E IMPLANTAÇÃO	Validar métodos de análise no ICP-MS, CG-MS, estação multiparâmetro e bioanalisador de toxicidade.	Ud	3	8º mês	12º mês
Coletar e analisar amostras de água do Rio Doce	5.3. GESTÃO DO LABORATÓRIO, OPERAÇÃO E EXECUÇÃO	Coletar amostras de água em diversos pontos da calha do Rio e realizar os procedimentos de digestão das amostras segundo método 3030F da AWWA.	Ud	144	13º mês 25º mês 37º mês	14º mês 26º mês 38º mês
		Analisar amostras de água do Rio Doce	Ud	144	14º mês 26º mês 38º mês	16º mês 28º mês 40º mês
		Tratar estatisticamente os resultados das análises e comparar com a Resolução CONAMA 357/2005	Ud	144	17º mês 29º mês 41º mês	18º mês 30º mês 42º mês
Coletar e analisar amostras de água de poços	5.3. GESTÃO DO LABORATÓRIO, OPERAÇÃO E EXECUÇÃO	Coletar amostras de água em poços artesanais de diferentes bairros de Valadares e realizar os procedimentos de digestão das amostras segundo método 3030F da AWWA.	Ud	144	13º mês 25º mês 37º mês	14º mês 26º mês 38º mês
		Analisar amostras de água de poços artesanais de diferentes bairros de Valadares	Ud	144	14º mês 26º mês 38º mês	16º mês 28º mês 40º mês
		Tratar estatisticamente os resultados das análises e comparar com a Resolução CONAMA 396/2008	Ud	144	17º mês 29º mês 41º mês	18º mês 30º mês 42º mês
Coletar e analisar amostras de água tratadas em ETAs de Governador Valadares e região	5.3. GESTÃO DO LABORATÓRIO, OPERAÇÃO E EXECUÇÃO	Coletar amostras de água em 5 ETAs de Valadares e região e realizar os procedimentos de digestão das amostras segundo método 3030F da AWWA.	Ud	144	13º mês 25º mês 37º mês	14º mês 26º mês 38º mês
		Analisar amostras de água tratada em ETAs	Ud	144	14º mês 26º mês 38º mês	16º mês 28º mês 40º mês
		Tratar estatisticamente os resultados das análises e comparar com a Resolução 2914/2011 do Ministério da Saúde	Ud	144	17º mês 29º mês 41º mês	18º mês 30º mês 42º mês
Coletar e analisar amostras de água	5.3. GESTÃO DO LABORATÓRIO, OPERAÇÃO E	Coletar amostras de água mineral e realizar os procedimentos de digestão das amostras segundo método 3030F	Ud	144	13º mês 25º mês 37º mês	14º mês 26º mês 38º mês

mineral comercializadas na região de Governador Valadares	EXECUÇÃO	da AWWA.				
		Analisar amostras de água mineral.	Ud	144	14º mês 26º mês 38º mês	16º mês 28º mês 40º mês
		Tratar estatisticamente os resultados das análises e comparar com a Resolução RDC ANVISA nº 274/2005.	Ud	144	17º mês 29º mês 41º mês	18º mês 30º mês 42º mês
Criar web-page	5.4. DIFUSÃO DAS INFORMAÇÕES	Criação de web-página do laboratório	Ud	1	12º mês	13º mês
Organizar e divulgar dados em boletins	5.4. DIFUSÃO DAS INFORMAÇÕES	Divulgação dos resultados em boletins e cartilhas semestrais	Ud	6	18º, 24º, 30º, 36º, 42º, 48º meses	18º, 24º, 30º, 36º, 42º, 48º meses
Organizar e divulgar dados em relatório anual	5.4. DIFUSÃO DAS INFORMAÇÕES	Divulgação de relatório anual (Obs: no primeiro ano constará apenas os detalhes das etapas de estruturação do laboratório)	Ud	4	12º, 24º, 36º, 48º meses	12º, 24º, 36º, 48º meses
Organizar evento técnico científico	5.4. DIFUSÃO DAS INFORMAÇÕES	Evento técnico-científico institucional	Ud	1	46º mês	46º mês
Prestar contas	5.5. PRESTAÇÃO DE CONTAS	Prestação de contas financeira junto à gestora	Ud	1	48º mês	48º mês

*A unidade "triplicatas/ponto de coleta/semestre" significa que para cada ponto de coleta serão coletadas as amostras em triplicata uma vez por semestre.

*O projeto está dimensionado para 4 anos. Porém, o primeiro ano envolve a estruturação do laboratório. As análises serão realizadas a partir do 2º ano e o total de amostras será: 3 anos x 2 semestres x 8 pontos de amostragem x 3 triplicatas x 4 tipos diferentes de água = 576 amostras analisadas.

Porém, para publicação em periódicos científicos, deverá ser levado em consideração o tempo para publicação. Além disso, caso os prazos de aquisição e montagem do laboratório decorra mais rapidamente, a data para início da disponibilização dos resultados poderá ser antecipada.

6- Produtos Gerados

O projeto em si visa a implantação de um laboratório macrorregional para análise de águas, focado na região leste de Minas Gerais. Conforme já citado, em Governador Valadares não existe um laboratório com tais características. Portanto, entende-se que **o principal produto** a ser gerado vem ser o referido laboratório, que por sua vez poderá efetuar análises de águas de rios, lagos, reservatórios naturais e artificiais, poços, águas minerais e tratadas por ETAs e águas hospitalares (como para hemodiálise).

Com a implantação do laboratório, espera-se vinculá-lo ao Programa de Pós-Graduação em Bioquímica e Biologia Molecular da UFJF-GV e à Rede Mineira de Química, de modo a propiciar a constante formação de recursos humanos aptos a trabalharem com análises de águas. Dessa maneira, outro produto direto de sua implantação será a formação de estudantes de mestrado e de doutorado com habilidades tanto em análises químicas quanto no manuseio dos equipamentos analíticos, cuja oferta é baixíssima na região de Valadares.

Além dessas ações, a criação do laboratório apoiará diversos outros projetos de pesquisas já em andamento na UFJF – Campus Governador Valadares de forma exclusiva ou em conjunto com outras instituições de pesquisa, estando esses descritos na Tabela 3:

Tabela 3: Relação de projetos a serem indiretamente subsidiados com a implantação do laboratório.

Título / Edital / Processo	Valor/Vigência	Instituição
Desenvolvimento de nanodispositivos para liberação controlada de inseticidas, fármacos multifuncionais e substâncias correlatas. Edital CNPq: Produtividade Desenv. Tecnol. e Ext. In. – DT2. (310175/2014-3). Coord: Prof. Ângelo Denadai (UFJF-GV)	Bolsa de produtividade do CNPq (2015-2018)	UFJF-GV, UFMG
Dispositivos magneticamente dirigidos para descontaminação de ambientes aquáticos. Universal FAPEMIG 01/2016. (APQ-03536/16). Coordenador: Prof. Ângelo Denadai (UFJF-GV)	R\$ 42.018,65 (2017-2019)	UFJF-GV, UFMG, CEFET
Rede de estudo, desenvolvimento e aplicação de tecnologias baseadas em nanomateriais sustentáveis para a recuperação das águas da bacia do Rio Doce. Edital (6/2016) CAPES-FAPEMIG-FAPES-CNPq-ANA. Coordenador: Prof. Rubén Dario Sinisterra Millán (UFMG)	R\$ 1.000.000,00 p/ UFJF-GV: 1 bolsa de MS (2017-2020)	UFJF-GV, UFMG, UFV, UFOP
Desenvolvimento de nanoformulações pesticidas para o controle do vetor da Dengue: caracterização Físico-química e ensaios biológicos. Edital Universal FAPEMIG 01/2014.(APQ-00435/14). Coordenador: Prof. Ângelo Denadai (UFJF-GV)	R\$ 44.730,00 (2014-2017)	UFJF-GV, UFMG, UFV
Desenvolvimento de catalisadores heterogêneos lantanídicos. Edital Pronem FAPEMIG 18/2013 (APQ-01293/14). Coordenador: Prof. Tiago Brandão (UFMG)	R\$ 223.310,30 <u>UFJF-GV: 64.092,00</u> (2005-2019)	UFMG, UFJF-GV, UNIFEI
Núcleo de Pesquisa, Vigilância e Diagnóstico em saúde – N-VIDAS” FINEP/CT-INFRA 01/2013 – Campi Regionais (FINEP, 0633/13) Coordenadora: Profa. Cibele Rodrigues Veloso (UFJF-GV)	R\$ 1.007.720,00 (2014/2018)	UFJF-GV, UFV, UFMG

Como demonstrado, tais projetos dispõem de recursos financeiros que poderão subsidiar a aquisição de insumos e alguns pequenos equipamentos.

Com base nas atividades a serem desenvolvidas, pode estimar para um prazo de quatro anos, a relação de projetos de produtos a serem viabilizados tão logo o laboratório seja implantado e esteja funcionando (Tabela 4).

Tabela 4: Relação de produtos estimados ao término dos 4 anos iniciais do projeto.

Produto	Quantidade
Formação de Doutores (com teses defendidas)	6
Formação de Mestres (com teses defendidas)	8
Apoio a projetos de Iniciação Científica/Tecnológica/Extensão	8
Artigos científicos*	10
Pedidos de patente	3
Resumos em congressos	15
Relatório Técnico Anual	4

*Depende do prazo de submissão, refugarem e aceitação nos periódicos.

7- Resultados Esperados

A presente proposta se fundamenta na criação e estruturação de laboratório especializado para realização de análises físico-químicas de diferentes amostras de água, bem como a comparação cruzada desses resultados, com monitoramento de possíveis violações de parâmetros frente às legislações disponíveis para cada tipo de água.

O resultado imediato esperado para os resultados das investigações é o início da implementação da política nacional de recursos hídricos visando a preservação da disponibilidade quantitativa e qualitativa de água na região leste de Minas Gerais, conforme disposto na Lei 9.433/1997 e no 6º objetivo de Desenvolvimento Sustentável da ONU; focando na educação da população regional, acerca da desmistificação da ideia de que águas naturais (minerais ou de poços) não necessariamente são mais seguras que águas provenientes das ETAs. Essa abordagem visa a redução dos impactos ambientais em médio e longo prazo.

A comparação dos resultados das análises dos diversos tipos de água permitirá demonstrar para as populações atingidas, que as ETAs são robustas o suficiente para produzirem água de qualidade.

Com sua criação, a cidade de Governador Valadares se tornará um polo regional de referência para análise de águas no estado de Minas Gerais.

8- Plano de Aplicação de Recursos

Para a criação da central analítica, será necessário a aquisição de três equipamentos de grande porte, além de equipamentos menores para suporte analítico/instrumental. Serão necessários também a disponibilização de recurso de custeio para aquisição de insumos iniciais bem como provimento de apoio técnico para gestão do projeto durante os dois primeiros anos.

O levantamento dos equipamentos e demais recursos necessários é fornecido na Tabela 5.

Tabela 5: itens orçamentários/justificativas específicas

ITEM	VALOR	JUSTIFICATIVA
Diárias	R\$ 13.650,00	Custeio das viagens do coordenador e membros da equipe para: 1) Visita a laboratórios de análise de águas, por membros da equipe, para troca de informações analíticas; 2) Viagens à Juiz de Fora (sede da UFJF) para definição de diretrizes operacionais/orçamentárias junto à gestora.
SUBTOTAL	R\$ 14.070,00	
Regulador para os cilindros de gases (x2)	R\$ 272,30	Material de consumo: válvula para cilindro de gás argônio para ICP-MS
Filtro para seringa 0,22 uL (x1000)	R\$ 5.410,00	Material de consumo para filtração de amostras antes da utilização/injeção nos equipamentos
Filtro para seringa 0,45 uL (x1000)	R\$ 4.970,00	Material de consumo para filtração de amostras antes da utilização/injeção nos equipamentos
Micropipetas de 100 uL (x10)	R\$ 12.628,70	Material de consumo: pipetagem de amostras e padrões
Micropipetas de 1000 uL (x10)	R\$ 12.597,10	Material de consumo: pipetagem de amostras e padrões
Micropipetas de 5000 uL (x5)	R\$ 5.894,20	Material de consumo: pipetagem de amostras e padrões
SUBTOTAL	R\$ 41.772,30	
Serviços de terceiros: Passagens aéreas	R\$ 16.000,00	Visita a laboratórios de análise de águas por membros da equipe, na cidade de Belo Horizonte, para troca de informações analíticas. Valor estimado em R\$ 800,00 ida e volta.
SUBTOTAL	R\$ 16.000,00	
Despesas com importação	R\$ 232.398,34	Valor de 20 % calculado sobre os quatro equipamentos de grande porte a serem importados.
SUBTOTAL	R\$ 232.398,34	
Espectrômetro de massas por plasma acoplado indutivamente (ICP-MS)	R\$ 515.096,11	A Espectrometria de Emissão Atômica é uma técnica utilizada para análise elementar de metais e alguns ametais, em níveis de concentrações maiores (porcentagem) e menores (ppm), em uma ampla variedade de amostras, especialmente, de águas. O princípio fundamental da Espectrometria de Emissão Atômica consiste na ionização dos elementos a serem analisados pelo plasma indutivo de argônio. Somente com a aquisição desse equipamento é possível a aplicação da metodologia APHA, mundialmente conhecida para análise de águas (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th Edition, 2005), bem como atendimento à Portaria 2414/2011 do Ministério da Saúde e Resolução CONAMA 357/2005 e CONAMA 396/2008.
Cromatógrafo Gasoso com detecção por Espectrometria de massas.	R\$ 454.846,69	Sistema de Cromatografia em fase Gasosa Acoplada a Espectrometria de Massas (GC/MS), para realização de análises no modo rápido e com amostrador automático, com biblioteca virtual de compostos tóxicos. Equipamento destinado à determinação de compostos orgânicos voláteis do tipo hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA); de benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos (BTEX) e pesticidas, a fim de verificar contaminações por gasolina, diesel e óleo lubrificante dissolvidos em amostras de água, conforme portarias MS 2914/2011 e CONAMA 357/2005 e 396/2008.
Bioanalisador de toxicidade	R\$ 59.074,00	Realização de bioensaios de toxicidade aguda de amostras de água, segundo norma NBR 15411-1, 2, e 3, utilizando bactérias luminescentes <i>Vibrio fischeri</i> NRRL B-11177 como organismos-teste.
Analizador multiparâmetro para controle de qualidade de águas com amostrador automático.	R\$ 132.974,92	Estação automatizada e computadorizada para análise de múltiplos parâmetros de qualidade de água exigidos pelas legislações do CONAMA e do MS (turbidez, cor, dureza, pH, alcalinidade, condutividade elétrica, cloro residual, amônia, cloreto, fluoreto, dureza, oxigênio dissolvido, fosfatos), contendo amostrador automático. Permite controlar via software a análise simultânea de diversos parâmetros físicos, físico-químicos e químicos, acelerando exponencialmente o tempo de análise e liberação de resultados, atendendo regulamentações nacionais e internacionais.
Contador de Partículas (Fotômetro de espalhamento de luz)	R\$ 105.741,40	Equipamento destinado à realização de análises avançadas de turbidez da água (turbidez estática e dinâmica), com determinação do número de partículas em suspensão e tamanho de partícula. Considerando que a contaminação de sólidos particulados em líquidos determina a eficiência do processo de tratamento de água, impactando na quantidade de floculante e saturação dos filtros nas ETAs, justifica-se a aquisição desse equipamento.
Sistema de produção de	R\$ 36.060,94	Sistema de produção de água ultrapura (tipo 1), constituído por sistema de filtração,

água ultrapura (Milli-Q)		desinfecção e resina de troca iônica para usos nos experimentos de CG-MS e ICP-MS.
Monitor 40" (x4)	R\$ 10.174,88	Monitor para computador para tratamento dos dados e gestão das informações
Computadores de mesa (x4)	R\$ 13.405,00	Computadores completos de mesa com configuração mínima de Intel Core i5, 8gb RAM, monitor 19'5 para gerenciamento de atividades diversas.
No-Breaks 3kVA (x4)	R\$ 12.991,56	Equipamentos de segurança a serem utilizados para proteção dos equipamentos, dos computadores e dos bancos de dados.
Cilindros para gás argônio de alta pureza (> 99.95%)	R\$ 1.848,40	Cilindros para armazenamento gás argônio de alta pureza, imprescindível para funcionamento do ICP-MS. Item essencial para atendimento aos requisitos de instalação.
Equipamentos de ar condicionado de 30 mil BTU (x2)	R\$ 7.055,83	Equipamentos destinados ao atendimento dos requisitos de instalação dos equipamentos de grande porte (ICP-MS, do CG-MS e central analítica), imprescindíveis para climatização dos ambientes e promoção da segurança térmica dos equipamentos.
Equipamentos de ar condicionado de 60 mil BTU (x2)	R\$ 13.191,15	Equipamentos para climatização dos ambientes e promoção da segurança térmica do laboratório, bem como para se garantir que o laboratório permaneça fechado no intuito de se evitar a incidência de material particulado.
Balanças analíticas de 5 dígitos (x2)	R\$ 25.916,58	Equipamento imprescindível para realização dos procedimentos analíticos de pesagens para preparo das soluções e padrões a serem preparados.
Agitadores Vórtex (x3)	R\$ 2.141,55	Equipamentos de uso rotineiro, utilizados para homogeneização de pequenos volumes de amostras líquidas, utilizados no preparo de soluções e dispersões.
Agitadores Magnéticos (x6)	R\$ 7.198,74	Equipamento de uso rotineiro, utilizado para agitação e homogeneização de amostras com aquecimento, durante longos intervalos de tempo.
Bancadas antivibração (x6)	R\$ 9.838,38	Bancada com sistema de amortecedores, a serem utilizadas para acomodação dos equipamentos de grande porte (ICP-MS, do CG-MS e central analítica). Permite a proteção contra vibração, garantindo a calibração e aumentando o tempo de vida dos equipamentos.
Estufa 85 L de esterilização/secagem	R\$ 3.436,30	Equipamento essencial de rotina, utilizado para secagem e esterilização das amostras e vidrarias.
Estufa à vácuo	R\$ 12.874,05	Equipamento essencial de rotina, utilizado para secagem de amostras e de vidrarias calibradas, a baixas temperaturas (sob vácuo).
Forno de Microondas (x2)	R\$ 1.125,90	Equipamento essencial para os procedimentos de aquecimento e digestão das amostras contendo materiais particulados, para as análises elementares por ICP-MS.
Sonicador ultrassônico de ponteira	R\$ 34.845,40	Equipamento essencial, a ser utilizado para fragmentação e homogeneização de materiais particulados dispersos nas amostras de água de elevada turbidez, antes das análises por ICP-MS.
Espectrofotômetro de ultravioleta visível	R\$ 36.217,33	Equipamento analítico a ser utilizado para identificação e/ou quantificação de espécies químicas cromóforas em amostras de água. Item auxiliar nos procedimentos de análise de compostos orgânicos por CG-MS.
Liofilizador	R\$ 30.786,91	Equipamento essencial a ser utilizado nos procedimentos de secagem de amostras líquidas por sublimação, sem aquecimento, afim de se garantir a integridade das amostras, protegendo-as contra degradação térmica.
SUBTOTAL	R\$ 1.526.842,02	
Bolsa de Empreendedorismo e Desenv. Tecnológico I – BEDT-I	R\$ 152.129,76	Recurso humano para coordenação geral da equipe, assinatura dos convênios e responsabilização técnica pelo laboratório e pelas atividades.
2 Bolsas de Apoio Técnico (BAT-II)	R\$ 102.997,44	Recurso humano para atuação na montagem e calibração dos equipamentos, coletas e digestão das amostras, realização das análises.
2 Bolsas de Apoio Técnico (BAT-I)	R\$ 146.044,80	Recurso humano para atuação na montagem do laboratório e calibração dos equipamentos, análises químicas no ICP-MS, CG-MS e tratamento dos dados estatísticos. Recurso humano para desenvolvimento de ações de gestão e organização do laboratório, divulgação científica e popularização da ciência (criação da web-page e boletins).
2 Bolsas de Doutorado - BPD	R\$ 211.200,00	Estudantes de doutorado que desenvolverão projetos de pesquisa acerca do monitoramento da qualidade das águas.
SUBTOTAL	R\$ 612.372,00	
Despesas diversas	R\$ 58.756,05	Recursos adicionais de até 3% do valor total contratado para o projeto de pesquisa objetivando cobrir gastos de custeio não previstos no orçamento do projeto
Despesas operacionais da gestora (5% do valor do projeto)	R\$ 112.208,95	Despesa para gestão do projeto pela gestora: Fundação de Apoio e Desenvolvimento ao Ensino, Pesquisa e Extensão – FADEPE – UFJF.
SUBTOTAL	R\$ 156.682,81	
TOTAL	R\$ 2.614.259,17	

9- Observações Gerais

O presente projeto conta com equipe multidisciplinar, composta por profissionais pesquisadores das áreas de química, microbiologia, física, gestão ambiental, economia e engenharia, cujas atribuições são descritas abaixo na tabela 6.

Tabela 6: Relação atribuição/membro do projeto.

Membro do projeto	Atribuição	Instituição
Prof. Dr. Ângelo Márcio L. Denadai <i>Especialidade: Caracterização Físico-química de amostras líquidas e fluidos complexos.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Diretor do Instituto de Ciências da Vida da UFJF-GV. • Gerência logística e financeira do projeto. • Aquisição dos equipamentos junto aos fornecedores. • Identificação de laboratórios parceiros. • Prestação de contas. 	UFJF-GV
Prof. Dr. Hilton Manoel Dias: <i>Especialidade: Políticas públicas na área de inovação e desenvolvimento regional em Minas Gerais.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Definição do plano de amostragem com base em indicadores sociais. • Análise descritiva e estatística dos dados. • Desenvolvimento de metodologia para apresentação de resultados para as comunidades. 	UFJF-GV
Prof. Dr. Fábio Alessandro Pieri <i>Especialidade: Microbiologia, Doenças Bacterianas, Biologia Molecular, Controle de qualidade microbiológica.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Coordenador Acadêmico da UFJF-GV. • Estabelecimento dos parcerias entre a UFJF com órgãos públicos. • Interlocução com as fundações. • Obtenção de autorizações formais para coleta de águas em ETAs e poços artesianos de grande porte. 	UFJF-GV
Prof. Ms. Hernani Ciro Santana <i>Especialidade: Gestão Ambiental e Ciências Ambientais.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação dos pontos críticos para coleta de água em Gov. Valadares e região. • Representante da sociedade civil no comitê da bacia Hidrográfica do Rio Doce e na Câmara Técnica de Gestão de Eventos Críticos. • Membro do conselho consultivo da Fundação Renova. • Auxílio na definição do plano de amostragem. 	UNIVALE
Ms. Ivan Bretas Vasconcelos <i>Especialidade: Publicidade e Propaganda, Gestão e Avaliação da Educação Pública</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Criação da identidade visual da proposta. • Desenvolvimentos da estratégias de difusão das informações. 	
Prof. Dr. Wesley W. Gonçalves Nascimento <i>Especialidade: Quimiometria. Planejamento fatorial e estatística.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Calibração do feixe de plasma do ICP-MS. • Análise dos resultados por ferramentas quimiométricas. • Construção de diagramas de contorno e superfícies de resposta. 	UFJF-GV
Prof. Dr. Jéferson G. da Silva <i>Especialidade: Química Analítica Inorgânica. Caracterização e de compostos inorgânicos.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Apoio técnico operacional à central analítica. • Validação da metodologia de análises por ICP-MS e CG-MS. • Montagem e calibração dos equipamentos. • Implantação do sistema de amostragem automática. 	UFJF-GV
Eng^a Juliano Pereira Rocha <i>Especialidade: Engenharia de alimentos.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Apoio técnico operacional à central analítica. • Montagem e calibração dos equipamentos. • Validação das metodologia de análises por ICP-MS e CG-MS. • Implantação do sistema de amostragem automática. • Compilação e tratamento dos dados. 	UFJF-GV

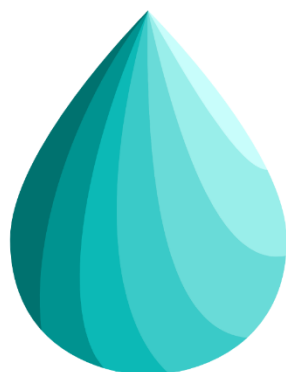
10- Referências Bibliográficas

1. ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2005). "Resolução RDC nº 274, de 22 de setembro de 2005: Regulamento Técnico para águas envasadas e gelo."
2. Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro 1997: Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.
3. BRASIL (2011). "Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html."
4. CEMADEN, Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (2016) Relatório da Situação Atual da Seca no Semiárido Brasileiro e Impactos. http://www.cemaden.gov.br/wp-content/uploads/2016/10/Boletim_Mensal_Monitoramento_Seca_Impactos-SET_2016_MS_RA.pdf
5. CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente (2005). Resolução conama nº 357, de 17 de março de 2005: Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
6. CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente (2008). Resolução conama nº 396, de 3 de abril de 2008: Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.
7. EPA, Environmental Protection Agency. METHOD 8270D. Semi-volatile organic compounds by gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS). Disponível em: <http://www.epa.gov/osw/hazard/testmethods/sw846/pdfs/8270d.pdf>
8. Minas Gerais (2016). Grupo da Força-Tarefa. Decreto nº 46.892/2015. Relatório: Avaliação dos efeitos e desdobramentos do rompimento da Barragem de Fundão em Mariana-MG. Governo do Estado de Minas Gerais. Secretaria de Estado de desenvolvimento Regional, Política Urbana e Gestão Metropolitana.
9. IBRAM, Instituto Brasileiro de Mineração (2015). Relatório Anual IBRAM www.ibram.org.br.
10. IGAM, Instituto Mineiro de Gestão das Águas (2016). Gerência de Monitoramento de Qualidade das Águas. Relatório Técnico: Acompanhamento da Qualidade das Águas do Rio Doce Após o Rompimento da Barragem da Samarco no distrito de Bento Rodrigues – Mariana/MG. http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/2016/QUALIDADE/Relatorio_Monitoramento_Emergencial_Rio_Doce_01_08_2016.pdf."
11. Lanças, F. M. (2004). Extração em Fase Sólida (Solid phase extraction). São Carlos, Editora Rima.

12. Mangrich, A. S., M. E. Doumer, et al. (2014). "Química Verde no Tratamento de Águas: Uso de Coagulante Derivado de Tanino de Acaciamearnsii." *Revista Virtual de Química* 6(1): 2-15.
13. ONU, Organização das Nações Unidas (2015). Objetivo de Desenvolvimento Sustentável. <https://nacoesunidas.org/conheca-os-novos-17-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-da-onu/> (Acessado em 20/12/2017).
14. Parreiras, M. and L. Couri (2014). *Jornal Estado de Minas*. Rio Doce, que começa a correr quase morto, tem a bacia mais degradada de Minas. <https://www.em.com.br/app/noticia/especiais/nascentes/2014/04/08/noticias-internas-nascentes,516596/rio-doce-que-comeca-a-correr-quase-morto-tem-a-bacia-mais-degradada.shtml> (Consultado em 20/12/2017).
15. Rice, E. W., R. Baird, et al. (2005). APHA Methods: 3120 - Metals by Plasma Emission Spectroscopy; 3120A - Introduction; 3120B - Inductively Coupled Plasma (ICP) Method. . Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater. A. P. H. Association. Washington, D.C. USA.: 34-40.
16. Rice, E. W., R. Baird, et al. (2005). APHA Methods: Standard Methods: 3030 F: Nitric and Hydrochloric Acid Digestion Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater. A. P. H. Association. Washington, D.C. USA.: 34-40.
17. TCU, Tribunal de Contas da União (2001) Tribunal de Contas da União TCU - ACOMPANHAMENTO : ACOM 01731820015 - Inteiro Teor.
18. <https://contas.tcu.gov.br/pesquisaJurisprudencia/#/detalhamento/11/1731820015.PROC/%2520/DTRELEVANCIA%2520desc%2520C%2520NUMACORDAOINT%2520desc/false/1/false>
IBRAM, (2015). Relatório Anual IBRAM www.ibram.org.br.
19. NBR15411-3 (2012). Ecotoxicologia aquática — Determinação do efeito inibitório de amostras aquosas sobre a emissão da bioluminescência de *Vibrio fischeri* (ensaio de bactéria luminescente) - Parte 3: Método utilizando bactérias liofilizadas.

ANEXO 1

PROPOSTA DE IDENTIDADE VISUAL DO LABORATÓRIO



LABORATÓRIO MACRORREGIONAL DE **ÁGUAS** VALE DO RIO DOCE

A identidade visual proposta para o Laboratório Macrorregional de Águas é limpa e clara. Ela implementa vários significados no símbolo da gota, que é universal na identificação com a água. A graduação das cores nos tons de azul turquesa identificam as diversas etapas na análise da água, finalidade do laboratório. As cores, da esquerda para a direita identificam a busca pela transparência nos resultados divulgados das análises e, conseqüentemente, o objetivo de garantir à população o acesso a informações seguras e que transmitam segurança no consumo da água.

A cor azul, tradicionalmente associada à confiança e tranquilidade, quando combinada ao verde das águas limpas, gera o turquesa, que também é um tom característico das pedras preciosas, parte do desenvolvimento da região do Vale do Rio Doce. O formato da gota e a graduação dos tons do azul turquesa se assemelham, portanto, justamente a uma joia, vinculado ao valor que a criação do Laboratório Macrorregional de Águas representa para a região do Médio Rio Doce.



LABORATÓRIO
MACRORREGIONAL
DE **ÁGUAS** VALE DO RIO DOCE

PROF. DR. ÂNGELO MÁRCIO LEITE DENADAI
Bacharel em Química Industrial
33.1000.1000
angelo.denadai@ufjf.edu.br

Rua das Águas, 100 - Cachoeiras
Governador Valadares/MG - CEP: 35100-100
www.ufjf.br/aguasriodoce

Rua das Águas, 100 - Cachoeiras - Governador Valadares/MG - CEP: 35100-100
www.ufjf.br/aguasriodoce

Obs: A identidade visual do laboratório está em fase de registro junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI, cujos direitos serão reservados à UFJF.