

30 anos



PLANO DE TRABALHO DO TERMO DE EXECUÇÃO DESCENTRALIZADA Nº xx/20xx

1. DADOS CADASTRAIS DA UNIDADE DESCENTRALIZADORA

a) Unidade Descentralizadora e Responsável

Nome do órgão ou entidade descentralizador(a): Ministério da Saúde / Fundação Nacional de Saúde

Nome da autoridade competente: Miguel da Silva Marques

Número do CPF: 039.194.746-00

Nome da Secretaria/Departamento/Unidade Responsável pelo acompanhamento da execução do objeto do TED: Departamento de Saúde Ambiental – DESAM - FUNASA

Identificação do Ato que confere poderes para assinatura: Portaria nº 1.004, publicada no DOU de 27/08/2021, Edição 163, Seção 2.

b) UG SIAFI

Número e Nome da Unidade Gestora - UG que descentralizará o crédito: 255000 / 36211 Fundação Nacional de Saúde

Número e Nome da Unidade Gestora - UG Responsável pelo acompanhamento da execução do objeto do TED: Departamento de Saúde Ambiental – DESAM – FUNASA

2. DADOS CADASTRAIS DA UNIDADE DESCENTRALIZADA

a) Unidade Descentralizadora e Responsável

Nome do órgão ou entidade descentralizada: Universidade Federal de Goiás (UFG)

Nome da autoridade competente: Angelita Pereira de Lima

Número do CPF: 363.357.701-75 Nome da Secretaria/Departamento/Unidade Responsável pela execução do objeto do TED: Escola de Engenharia Civil e Ambiental EECA/UFG

Identificação do Ato que confere poderes para assinatura: Decreto de 10 de janeiro de 2022, publicado DOU de 11 de janeiro de 2022, Seção 2, página 1.

b) UG SIAFI

Número e Nome da Unidade Gestora - UG que receberá o crédito: 153052/15226 – Universidade Federal de Goiás

Número e Nome da Unidade Gestora - UG Responsável pela execução do objeto do TED: 153052/15226 – Universidade Federal de Goiás

3. OBJETO:

Tratamento de água para consumo humano em pequenas comunidades usando FIME (FiME-UFG)

4. DESCRIÇÃO DAS AÇÕES E METAS A SEREM DESENVOLVIDAS NO ÂMBITO DO TED:

META	DESCRIÇÃO ETAPA/FASE	RESULTADO ESPERADO	PRODUTO ESPERADO	Unidade de Medida	Qde
1	Pesquisa bibliográfica (Aplicação da FiME para a realidade brasileira)	Obter indicativos de tecnologias aplicáveis a realidade brasileira	Relatório técnico contendo os resultados da tecnologia em novas realidades brasileiras;	un.	1
2	Estudos preliminares para avaliação de meios filtrantes alternativos ou complementares	Obter um sistema adsorvente que atue em sinergia com meios filtrantes aplicados em sistema de filtração para tratamento de água	Documento contendo o resultado da avaliação de meios filtrantes alternativos ou complementares aos existentes para o filtro lento da FiME	un.	1
3.1	Caracterização da Bacia Hidrográfica da bacia da captação do Rio Meia Ponte	Obtenção da caracterização da Bacia Hidrográfica da ETA Meia Ponte	Documento contendo a caracterização da Bacia hidrográfica da bacia de captação da ETA Meia Ponte e da FiME MP.	un.	1
3.2	Montagem das Instalações Piloto Goiânia – GO (FiME MP)	Montagem das instalações conforme cronograma	FiME MP montada e funcionando	un.	1
3.3	Operação da FiME MP com água bruta com baixa cor e turbidez (avaliação da eficiência da FiME MP)	Obtenção de água final com qualidade dentro dos padrões de potabilidade ou justificativa caso não ocorra.	Documento contendo a análise de eficiência da FiME MP para águas com baixa turbidez e cor utilizando apenas pré-filtro dinâmico como pré-tratamento à filtração lenta;	un.	1
3.4	Operação da FiME MP com água bruta com alta cor e turbidez (avaliação da eficiência da FiME MP)	Obtenção de água final com qualidade dentro dos padrões de potabilidade ou justificativa caso não ocorra.	Documento contendo a análise de eficiência da FiME MP para águas com elevada turbidez e cor utilizando pré-filtro dinâmico e filtro ascendente como pré-tratamento à filtração lenta;		
3.5	Comparação da eficiência da FiME MP e da ETA Ciclo Completo Meia Ponte	Obtenção da eficiência de cada ETA, permitindo comparar as tecnologias	Documento contendo os resultados comparando a FiME MP e ETA Ciclo Completo	un.	1

4	Caracterização da Camada biológica do filtro lento (Schmutzdecke)	Conhecer com mais detalhes a composição da schmutzedeck e sua influência na eficiência do tratamento, considerando as características da água bruta, em particular o efeito da presença de micropoluentes na água bruta sobre a remoção de patógenos.	Documento apresentando detalhes da composição da schmutzedeck e sua influência na eficiência do tratamento, considerando as características da água bruta, em particular o efeito da presença de micropoluentes sobre a remoção de patógenos.	un.	1
5.1	Caracterização da Bacia Hidrográfica da Lagoa do Peri	Obtenção da caracterização da Bacia Hidrográfica da Lagoa do Peri	Documento contendo a caracterização da Bacia hidrográfica da Lagoa do Peri.	un.	1
5.2	Montagem da Instalação Piloto Florianópolis – SC (FiME LP)	Montagem das instalações conforme cronograma	FiME LP montada e funcionando	un.	1
5.3	Caracterização da água bruta e tratada pela FiME LP	Caracterização da água bruta e tratada pela FiME LP	Documento contendo a caracterização da água bruta e tratada pela FiME LP.	un.	1
5.4	Caracterização do lodo produzido pela FiME LP	Obtenção da caracterização do lodo	Documento contendo a caracterização qualitativamente o lodo produzido em pré-filtro e filtros lentos, em função da forma de realização da limpeza.	un.	1
5.5	Tratamento e disposição do lodo da FiME LP	Obtenção das formas de tratamento e da disposição do lodo	Documento contendo proposta de alternativas de tratamento e destinação final dos lodos dos filtros, com pré-adsensamento ou não, e desidratação em leito de secagem.	un.	1
6	Análise de custos de implantação e operação da FiME	Custo de construção, operação e manutenção de uma FiME	Documento contendo a análise de custo de construção, operação e manutenção da FiME;	un.	1
7.1	Relatório parcial	Relatório contendo 40% de execução do Projeto	Primeiro relatório parcial elaborado	un.	1
7.2	Relatório parcial	Relatório atingindo 70% de execução do Projeto	Segundo relatório parcial elaborado	un.	1
7.3	Relatório final	Relatório final com 100% do projeto finalizado	Relatório final	un.	1

META 1 - Pesquisa bibliográfica (Aplicação da FiME para a realidade brasileira)

Será feito um levantamento bibliográfico e uma revisão da literatura nacional e internacional sobre a tecnologia da filtração em múltiplas etapas (FiME) e sua aplicação. Serão consultados repositórios científicos bases de consulta tais como Periódico Capes, Scopus, Web of Science, Scielo, google acadêmico, além de incorporação de dados referentes à literatura cinzenta relativa a relatórios de projetos de pesquisa. Será incluída nesta busca a realidade brasileira quanto a qualidade da água e possibilidades de empregos de soluções alternativas para tratamento de água para pequenas comunidades.

META 2 - Estudos preliminares para avaliação de meios filtrantes alternativos ou complementares

Os estudos preliminares de adsorção com diferentes materiais adsorventes serão realizados primeiramente selecionando-se 2 grupos de micropoluentes, baseado nas características e histórico das análises realizadas semestralmente pela SANEAGO na água do rio Meia Ponte (ETA Meia Ponte), os quais serão alvos do estudo de eficiência de adsorção. Em seguida serão selecionados 3 adsorventes para os 2 grupos de micropoluentes de água em baixa e alta turbidez, os quais serão caracterizados em termos de áreas superficiais, estrutura de poros e química de superfície. Poderão ser testados, carvão antracitoso, terras infusórias, zeólita, dentre outros. Serão realizados ensaios de caracterização de adsorventes e possíveis modificações da sua superfície, desenvolvimento de metodologia analítica de micropoluentes, testes de adsorção dos micropoluentes em batelada para estudo cinético isotérmico do adsorvente/adsorvato, eficiência de remoção e recuperação do adsorvente. Os testes serão realizados em triplicatas. Após seleção dos adsorventes e adsorvatos, os materiais serão testados em colunas, a fim de determinar sua ação de remoção em fluxo contínuo e em filtros multimeios. O melhor adsorvente com a melhor configuração será testada na FiME, por exemplo: areia com camada intermediária de zeólita.

META 3 - Avaliação da eficiência da FiME Meia Ponte (FiME MP) instalada na ETA Meia Ponte Meta

3.1 Caracterização da Bacia Hidrográfica da bacia da captação do Rio Meia Ponte A água a ser avaliada na pesquisa será da captação do rio Meia Ponte, a qual abastece a ETA Meia Ponte, com a tecnologia do ciclo completo, responsável pelo abastecimento de água de 52% do município de Goiânia/GO. Atende, ainda, os municípios de Trindade/GO e Aparecida de Goiânia/GO, contribuindo, respectivamente, com cerca de 32% e 48% da água tratada e distribuída para a população (ANA, 2015), totalizando aproximadamente um milhão de pessoas (IBGE, 2010). A montante dessa captação, existem dois pontos de lançamentos dos efluentes do esgoto tratado pelas ETE das cidades de Inhumas e Itauçu, além da cidade de Goianira, que lança o efluente tratado em um afluente do rio Meia Ponte, sendo gerenciado pela Companhia de Saneamento de Goiás (Saneago/S.A.). Destaca-se ainda que a pastagem é o principal uso e ocupação do solo dessa região. De acordo com Koppen (1948), para o estado de Goiás o clima definido é do tipo Aw, com temperatura média anual de 22,5°C, regime pluviométrico bem delimitado, com estação chuvosa (outubro a abril) e seca (maio a setembro), sendo a média anual de precipitação de 1.460 mm. Assim, a operação da FiME será realizada abrangendo os períodos seco e chuvoso, os quais apresentam água com baixa e alta turbidez e cor respectivamente. Em estudo prévio, Aguiar, Oliveira e Scalize (2017), observaram que em 58,2% do tempo a ETA Meia Ponte opera com água com turbidez abaixo de 20 NTU, 12,4% entre 20 e 50 NTU, 27,2 % entre 50 e 300 NTU e 2,2% acima de 300 NTU. Já para a cor aparente, o comportamento é semelhante, operando em 43,7% do tempo abaixo de 100 uC e 35,14% acima de 200 uC. Associada a esta variação de turbidez e cor, a água do rio Meia Ponte apresenta poluentes de preocupação emergente, comprovados e apresentados resultados a partir de 12 amostras de água bruta coletadas no rio Meia Ponte, durante os anos de 2017 e 2018, onde identificou-se a Genfibrozila em amostras em concentração média de 621,92 ng L⁻¹, seguido do Naproxeno (3 amostras) com valor médio de 450,70 ng L⁻¹, tendo sido relatadas também a ocorrência de Ibuprofeno e Metformina. Outros poluentes foram detectados e estão apresentados na Tese de Poliana Nascimento Arruda (2021), sob orientação de Prof. Paulo S. Scalize.

A Bacia hidrográfica do Rio Meia Ponte, tendo como o seu exutório o ponto de captação da ETA Meia Ponte, será caracterizada quanto ao uso e ocupação do solo, onde serão levantados os locais de ocorrência de agricultura, pastagens, urbanização e cobertura de vegetação nativa, de acordo com a geologia, as formas de relevo e os tipos de solos.

Visando complementar a caracterização do local serão consultadas produções técnicas-científicas produzidas nos últimos anos.

Meta 3.2 Montagem das Instalações Piloto Goiânia – GO (FiME MP)

A Bacia hidrográfica do Rio Meia Ponte, contando como exutório o ponto de captação da ETA Meia, será caracterizada quanto ao uso e ocupação do solo.

Ao lado da ETA-Meia Ponte, ciclo completo, será instalada uma unidade piloto de FiME, composta por um pré-filtro dinâmico, pré-filtro ascendente e filtros lentos. A FiME será operada paralelamente a ETA Meia Ponte, recebendo água do rio Meia Ponte, o qual possui poluentes de preocupação emergente. Assim, será possível comparar a eficiência da ETA Meia Ponte do tipo ciclo completo e a FiME piloto. A operação da FiME será realizada em duas situações.

Meta 3.3 Operação da FiME MP com água bruta com baixa cor e turbidez (avaliação da eficiência da FiME MP)

No período de estiagem, quando a água do rio Meia Ponte apresenta baixa cor e turbidez. Nesta situação a FiME será operada na configuração pré-filtro dinâmico e filtro lentos. Serão operados dois filtros lentos em paralelo, um constituído somente com areia e outro com uma camada intermediária de um adsorvente, definido na etapa preliminar.

Meta 3.4 Operação da FiME MP com água bruta com alta cor e turbidez (avaliação da eficiência da FiME MP)

A FiME será operada na época da chuva, quando a água do rio Meia Ponte apresenta elevado teor de cor e turbidez. Nesta situação a FiME será operada na configuração pré-filtro dinâmico, pré-filtro ascendente e filtros lentos. Serão operados dois filtros lentos em paralelo, um constituído somente com areia e outro com uma camada intermediária de um adsorvente, definido na etapa preliminar.

A eficiência da FiME será avaliada a partir de parâmetros físico, químico e microbiológico.

Meta 3.5 Comparação da eficiência da FiME MP e da ETA Ciclo Completo Meia Ponte

Durante a operação da FiME MP serão coletadas amostras na saída da ETA Meia Ponte, o que possibilitará a comparação da eficiência.

As análises serão realizadas na água bruta do rio Meia Ponte, na água filtrada na saída da ETA ciclo completo e da FiME. As análises estão descritas a seguir:

3.5.1 Caracterização físico-química e bacteriológica

Esta caracterização será em conformidade com o Standard Methods (APHA; AWWA; WEF, 2012), englobando turbidez, cor aparente, condutividade elétrica, sólidos dissolvidos totais e temperatura, pH, alcalinidade, cloreto, dureza total, fosforo, nitrato, oxigênio consumido, metais (Fe e Mn), sendo que para água bruta será incluído série de sólidos, OD, DQO e DBO. A caracterização bacteriológica contemplará coliformes termotolerantes, Escherichia coli, coliformes totais, e talvez enterococos, bactérias heterotróficas e esporos de bactérias aeróbias, a depender do custo e necessidade. As Análises serão realizadas no Laboratório de Qualidade das Águas sob coordenação do Prof. Paulo S. Scalize.

3.5.2 Caracterização parasitológica

Será realizada a detecção e enumeração de oocistos de *Cryptosporidium* spp. e cistos de *Giardia* spp., utilizando o método de Filtração em Membranas (FRANCO et al., 2001; SHEPHERD; WYN- JONES, 1996). As Análises serão realizadas no Laboratório de Qualidade das Águas sob coordenação do Prof. Paulo S. Scalize.

3.5.3 Pesquisa de vírus entéricos

Serão pesquisados ao menos dois vírus dos seguintes vírus: adenovírus, rotavírus e enterovírus. Os ácidos nucleicos virais serão extraídos utilizando o kit Quick-DNA/RNATM (ZYMO RESEARCH®) e a reação de qPCR será realizada utilizando o kit 5x HOT FIREPol® EvaGreen® conforme instruções do fabricante. As análises serão realizadas no Laboratório de Biotecnologia de Microrganismos (LBMic) sob coordenação da Profa. Dra. Lilian Carla Carneiro.

3.5.4 Caracterização quanto a hormônios, fármacos e pesticidas

Poderão ser pesquisados anti-inflamatórios não esteroides, perturbadores, antibióticos e antiviral, anti-hipertensivos, outros fármacos e pesticidas (carbamatos e organofosforados), utilizando a técnica de cromatografia líquida acoplada com espectrometria de massas. Os poluentes a serem pesquisados serão definidos a partir de análises preliminares. A princípio serão os mesmos encontrados na pesquisa de Arruda (2021), destacando a Genfibrozila e o Naproxeno. Assim, serão pesquisados os poluentes de preocupação emergente Bisfenol, Naproxeno, Genfibrozila, loratadina, cafeína, organofosforados (azinfós-metil, azinfós-etil, clórpírifós, clórpírifós metil, dimetoato, ometoato, piridafention e fenitrotrion) e carbamatos (aminocarbe, carbaril e pirimicarbe). Os Organofosforados e cabamatos poderão ser substituídos a depender da sua presença na água bruta, que dependerá de estudos prévios. As análises de LC-MS serão realizadas em um sistema de cromatografia líquida Shimadzu LC-20A acoplado ao espectrômetro de massas microOTOF II (Bruker Daltonic, Alemanha). A coluna cromatográfica a ser utilizada é uma C18 3.0 x 100 mm, 2.7 µm (Agilent, USA). Para a determinação dos pesticidas, será utilizada uma condição desenvolvida no LaCEM (dados não publicados) que, de maneira geral, consiste em uma eluição composta por duas fases: A – água/metanol (95:5 v/v) com 0.1 % de ácido fórmico e 5 mmol de formiato de amônio, e fase B metanol/água (95:5 v/v) com 0.1 % de ácido fórmico e 5 mmol de formiato de amônio. O gradiente de eluição inicia-se com 40 % de B até 12 min, de 12-17 min o gradiente aplicado é de 60 % de B, finalizando a corrida com a condição de 40 % de A. O fluxo será mantido em 0.350 mL. min⁻¹ e o volume de injeção foi de 5 µL. As análises de MS, o capilar será ajustado em 4500 V, nebulizador em 4.0 bar, o fluxo de dry gas em 10 L/min e a temperatura em 200 ° C. AS análises serão conduzidas em modo positivo ou negativo em função da polaridade do analito de interesse. As análises serão realizadas no Laboratório de Cromatografia e Espectrometria de Massas (LACEM), sob coordenação do Prof. Dr. Boniek Gontijo Vaz e Dra. Andréa Rodrigues Chaves, com auxílio do Dr. Jerônimo Raimundo de Oliveira Neto e da Doutoranda Naiara Raica Lopes de Oliveira, que poderão utilizar o Laboratório Multiusuário de Análises Químicas e Biológicas para Desenvolvimento e Inovação (LABFAR).

Meta 4 - Caracterização da camada biológica do filtro lento (Schmutzdecke)

A caracterização da schmutzdecke será de responsabilidade da Universidade de Brasília usando técnicas de biologia molecular que envolvem sequenciamento de DNA (ácido desoxirribonucleico). A caracterização da comunidade microbiana presente na schmutzdecke será precedida por etapa preliminar para a otimização da metodologia de extração de DNA das amostras do meio filtrante, água de alimentação do filtro e da própria schmutzdecke. Nesta etapa de otimização serão testados ao menos três diferentes kits disponíveis comercialmente. A avaliação qualitativa e quantitativa dos extratos será realizada através de eletroforese em gel de agarose e absorbância 280-260-230nm em espectrofotômetro de microvolumes, respectivamente. Caso necessário, procedimentos como lise celular térmica ou mecânica serão utilizadas em adaptações aos protocolos dos kits. Após otimização do método de extração mais adequado para as amostras, serão realizadas coletas de alíquotas da schmutzdecke, água de alimentação e do meio filtrante de filtros lentos, operados tanto pela UFG com pela UFSC, para a extração de DNA e caracterização da comunidade microbiana presente nos filtros. Os extratos serão enviados para sequenciamento de DNA. A primeira etapa consistirá no sequenciamento do indicador taxonômico de procariotos e eucariotos, o ácido ribonucleico ribossomal (rRNA) 16S e 18S, respectivamente. O sequenciamento de nova geração (NGS) de DNA será realizado em plataforma Illumina, gerando ‘paired-end reads’ de 153 pares de base (pb). Os oligonucleotídeos iniciadores utilizados serão aqueles indicados pelo projeto Earth Microbiome (505f-806r para rRNA 16S e Euk1391f-EukBr para rRNA18S) (Thompson et al., 2017). Os dados brutos serão processados para a remoção de sequências de ‘barcodes’, adaptadores e controle de sequenciamento phiX. Os ‘reads’ ‘forward’ e ‘reverse’ serão unidos com o programa PEAR e após analisados com o pacote QIIME2 e seus recursos (Zhang et al., 2014; Bolyen et al., 2019). O ‘plugin’ cutadapt será utilizado para a remoção dos oligonucleotídeos iniciadores (515F e 806R) (Martin, 2011). A qualidade das sequências e a determinação de ‘Amplicon Sequence Variants – ASVs’ será realizada com a ferramenta Deblur; apenas ASVs com Phred score maior que 20 serão mantidas e todas as sequências serão limitadas ao tamanho de 230 pb (Amir et al., 2017; Ewing et al., 1998). A taxonomia das ASVs será determinada utilizando o ‘plugin’ taxa do QIIME2 tendo como referência o banco de dados SILVA (Quast et al., 2012; Yilmaz et al., 2014; Pruesse et al., 2007; Glöckner et al., 2017) A representação gráfica da composição da comunidade e análises estatísticas serão geradas com o pacote Phyloseq utilizando a linguagem de programação R (versão 4.0.3), dentro do aplicativo RStudio (versão 1.3.1093) (McMurdie e Holmes, 2013).

Após o cruzamento das informações da composição microbiana realizada no sequenciamento inicial com os dados de eficiência dos filtros lentos, será selecionada amostra para realização do sequenciamento metagenômico total do DNA. O objetivo nessa segunda etapa de sequenciamento é a predição de vias metabólicas e micro-organismos envolvidos na degradação dos poluentes. Para isso é necessário a montagem de genomas dos micro-organismos a partir dos dados metagenômicos, processo conhecido como ‘bin’. A geração dos dados é similar à primeira etapa, sendo que nessa segunda etapa a diferença é o sequenciamento do DNA total e não apenas dos indicadores rRNA 16S e rRNA 18S. Os dados brutos gerados serão filtrados com o Sickle para a retirada dos adaptadores e eliminação de sequências de baixa qualidade (Joshi e Sickle, 2011). O algoritmo utilizado para a montagem será o IDBA_UD (Peng et al., 2012). A cobertura do sequenciamento será avaliada com o Bowtie2 e a predição de genes será realizada com PRODIGAL (Hyatt et al., 2010; Langmead e Salzberg, 2012).

A montagem de genomas utilizará, dentre outros, parâmetros como o conteúdo %GC das sequências e as análises de tetranucleotídeos. Ferramentas como ESOM (emergent self-organizing map), ABAWACA (A Binning Algorithm Without A Cool Acronym) e a DAS Tool (Dereplication, Aggregation and Scoring Tool – pacote oferecido em linguagem R) serão utilizados para fazer o agrupamento das sequências e permitir o ‘bin’ dos genomas a partir do metagenoma (Wu et al., 2014; Sieber et al., 2018; Brown et al., 2015; Ultsch e Mörchen, 2005). A avaliação da qualidade das montagens será realizada pela verificação de quão completos estão os genomas, por programas como o BUSCO e CheckKM que avaliam a presença e o número de ‘single copy genes’ (Parks et al., 2015; Seppy et al., 2019).

Os dados dos sequenciamentos poderão ser validados posteriormente com a técnica denominada FISH (Fluorescence In Situ Hybridization) e suas variações. Em síntese, FISH utiliza as sequências genômicas geradas para desenhar sondas específicas acopladas a fluoróforos que permitem a identificação de entidades biológicas em microscopia de fluorescência ou citometria de fluxo acoplada a fluorescence-activated cell sorting (FACS) (Turzynski et al., 2021; Schwank et al., 2018; Schimak et al., 2016; Amann et al., 2008). Para a realização dessa validação, alíquotas das amostras utilizadas para a extração de DNA serão preservadas em paraformaldeído (4%) e formaldeído (2%) e armazenadas a - 20°C para posterior processamento de hibridização e visualização (Lam e Cowen, 2004).

As análises de biologia molecular serão realizadas no Laboratório de Saneamento Ambiental pela Bióloga Carla Simone Vizzotto, a qual também integrará o projeto.

META 5 - Tratamento e destinação final dos lodos dos filtros da FiME Florianópolis – SC

Está previsto a avaliação de três configurações de pré filtração ascendente seguido de filtro lento. O pré filtro será comum aos sistemas de filtração lenta, sendo estes, de três configurações de Filtros lento (área superficial entre 0,5 e 1,0 m²). As configurações compreenderão a pré filtração ascendente seguido de: 1 – Filtro lento ascendente (FLa); 2 – Filtro lento convencional descendente (FLC); 3 – Filtro lento retrolavável descendente (FLR). Os três filtros terão características operacionais similares, com taxa de filtração constante e carga hidráulica variável. A operação de limpeza ocorrerá no momento que o pré filtro e/ou filtro atingir sua carga hidráulica máxima de projeto. Em cada um dos pré filtro/filtros o mecanismo de limpeza é distinto. Onde o pré-filtro e FLa a limpeza ocorrerá com descarga de fundo; o FLC por raspagem, lavagem da areia e recolocação; o FLR com retro lavagem.

Meta 5.1 Caracterização da Bacia Hidrográfica da Lagoa do Peri:

A Bacia hidrográfica da Lagoa do Peri, será caracterizada quanto ao uso e ocupação do solo, onde serão levantados os locais de ocorrência de agricultura, pastagens, urbanização e cobertura de vegetação nativa, de acordo com a geologia, as formas de relevo e os tipos de solos.

Visando complementar a caracterização do local serão consultadas produções técnicas-científicas produzidas nos últimos anos.

Meta 5.2 Montagem da Instalação Piloto Florianópolis – SC (FiME LP)

Os estudos serão conduzidos em uma FiME a ser montada na Universidade Federal de Santa Catarina, onde será avaliado o desempenho em escala piloto (localizados junto a Estação de Tratamento de Água da Lagoa do Peri, em Florianópolis), as características da água filtrada e lodo gerado, após a operação em contínuo dos sistemas de filtração (pré filtração ascendente seguido de filtração lenta). Será denominada FiME Lagoa do Peri (FiME LP).

Meta 5.3 Caracterização da água bruta e tratada pela FiME LP

As águas bruta e filtrada serão caracterizadas com base nos parâmetros: pH, cor aparente e verdadeira, turbidez; coliformes totais e termotolerantes (ou E. coli); Carbono Orgânico Dissolvido e alcalinidade. Quando possível, os resultados serão avaliados conforme limites estabelecidos no Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5/2017, alterada Portaria GM/MS nº 888/2021 e pela Portaria GM/MS nº 2472/2021.

Meta 5.4 Caracterização do lodo produzido pela FiME LP

A caracterização do lodo, dos pré-filtros e filtros lentos, será com base nos seguintes parâmetros: Carbono orgânico Total; N; P; K; Na; pH, ST; densidade; Coliformes totais e termotolerantes (ou E. coli), dentre outros, seguindo o Manual de Métodos de Análise de Solo (Embrapa, 2011). Além das características do lodo, será avaliado o desempenho da

operação de limpeza no tocante a facilidade, utilização de insumos (água), perda de areia, custo de reposição de material filtrante (será simulado no FLC a reposição do meio filtrante após limpeza e o descarte da areia raspada), tempo de limpeza e volume de lodo gerado.

Meta 5.5 Tratamento e disposição do lodo da FiME LP

Serão conduzidos estudos sobre o tratamento e destinação final do lodo produzido pelos sistemas de filtração. Uma vez que a tecnologia de tratamento de água empregada não utiliza produtos químicos, uma das alternativas a ser avaliada é a disposição do lodo desidratado ou não, em solo plantado. Com relação a desidratação do lodo, serão avaliadas as alternativas de leito de secagem coberto com ou sem pré-adensamento por decantação de alta eficiência.

Será realizada a caracterização qualitativa o lodo produzido em pré-filtro e filtros lentos, em função da forma de realização da limpeza (descarga de fundo, raspagem ou retrolavagem), esperase que o lodo gerado com diferentes estratégias de limpeza tenha características diferentes em termos de concentração dos parâmetros de controle (físico-químicos e bacteriológicos), de modo a se avaliar a influência no tratamento e disposição final do lodo gerado.

Será apresentada proposta de alternativas de tratamento e destinação final dos lodos dos filtros, com pré-adensamento ou não, e desidratação em leito de secagem. Caracterização quantitativa, com tal resultado possibilitará o dimensionamento das unidades de tratamento de lodo em função da forma de limpeza utilizada com a extrapolação do parâmetro de volume de lodo gerado por m² de superfície de filtração.

META 6 - Análise de custos de implantação e operação da FiME

A caracterização dos custos será realizada para Filtração em Múltiplas Etapas (FiME) com pré-filtro dinâmico, pré-filtro ascendente e filtro lento a ser implantada em escala piloto na ETA Meia Ponte de responsabilidade da Saneamento de Goiás S/A (Saneago).

Para análise de custos de construção, operação e manutenção da FiME será realizado uma revisão bibliográfica sobre os critérios de projeto e dimensionamento, os aspectos normativos, técnicos, econômicos e ambientais, como também a operação, manutenção, aplicabilidade, limitações, eficiência e custos.

A análise de custos de construção levará em consideração os critérios de projeto e as especificações técnicas, tais como a capacidade de instalação, existência ou não de cobertura, tipo de construção e material a ser utilizado, complexidade e nível de automação, condições locais (infraestrutura rodoviária, tipo de solo etc.), disponibilidade de material filtrante, mão de obra, dentre outras especificações obtidas no resultado do levantamento bibliográfico. Já a operação e manutenção da FiME levará em consideração os custos de mão de obra operacional, número de horas de trabalho necessárias para os procedimentos de raspagem e recomposição do meio filtrante, reposição do material filtrante, número mínimo de análises físicas, químicas e microbiológicas exigidas pelo Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5/2017, alterada Portaria GM/MS nº 888/2021 e pela Portaria GM/MS nº 2472/2021.

A composição dos custos unitários, por metro quadrado de área de filtro, será realizada com base no resultado da pesquisa sobre as características técnicas da FiME, dos preços e custos do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) e dos resultados da análise do monitoramento em escala piloto projeto FiME implantado. Os resultados serão analisados utilizando os recursos de Software de planilhas Microsoft Excel e análises estatística por meio do Software R-Studio.

META 7 - Relatórios

Serão produzidos dois relatórios parciais, sendo um no 14º mês, totalizando 40% do projeto (Meta 7.1), e outro no 25º mês (Meta 7.2). O Relatório final será elaborado e entregue no 36º mês (Meta 7.3).

5. JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO PARA CELEBRAÇÃO DO TED:

A FiME é constituída por filtros lentos de areia precedidos de unidades de pré-tratamento tais como pré-filtros cujo objetivo principal é o condicionamento da água afluyente ao filtro lento, ampliando assim sua aplicação ao tratamento de águas com qualidade inferior à recomendada na literatura (Di Bernardo, 1993). Dessa forma, pode ser possível adotar a FiME no tratamento de água com níveis de turbidez e coliformes fecais próximos a 100 uT e 106 UFC/100 mL, com capacidade para assimilar picos de turbidez entorno de 400 uT, sendo necessário testes preliminares.

Nas últimas décadas trabalhos relevantes sobre a FiME foram desenvolvidos por vários grupos nacionais e internacionais. Na América do Sul destacam-se os estudos de grupos brasileiros e colombianos da Universidad del Valle e do Instituto CINARA. Também merece destaque a Rede de Pesquisas realizadas no âmbito do Programa de Saneamento Básico (PROSAB), financiado pela Finep sobre o tema "Eficiência, Limitações e Aplicabilidade de Sistemas de Tratamento de Água Não Convencionais (Filtração Lenta, Filtração Direta Ascendente e Descendente)", formada pela EESC-USP e UnB, coordenada pelo Prof. Luiz Di Bernardo. A pesquisa fez importantes contribuições para o aprofundamento do conhecimento relacionado com o potencial de aplicação da FiME ao tratamento de águas com qualidade não compatível com a filtração lenta. Esses estudos têm contribuído para o

entendimento do potencial da FiME e demonstram que a tecnologia é eficaz na remoção de turbidez e microrganismos, incluindo bactérias, algas e cianobactérias (Brandão et al., 1998; Silva et al., 2008), assim como cistos de Giardia e oocistos de Cryptosporidium (Taira et al., 2008; Taira et al., 2009).

Por outro lado, são escassos os estudos de avaliação da remoção de microcontaminantes orgânicos por filtração lenta. Dentre os micropoluentes avaliados destacam-se os pesticidas como lindano (Moradnejadia et al. 2018); compostos farmacologicamente ativos, como cafeína, carbamazepina, 17-β estradiol e estrona, gemfibrozil e fenazona (D' Alessio et al, 2015); MIB e geosmina (Hsieh, et al.,2010), microcistina LR (Bourne et al., 2006; Sá e Brandão, 2006).

A presença de micropoluentes orgânicos na água afluenta a sistemas de filtração lenta pode impactar a eficiência dos filtros na remoção de parâmetros de qualidade da água, incluindo a turbidez e os microrganismos. D' Alessio et al. (2015) evidenciaram o efeito negativo na eficiência de remoção de coliformes e E.coli da schmutzdecke de filtros lentos, em escala piloto, submetidos a picos de contaminação da água alimentada com 6 fármacos. Embora os filtros lentos tenham removido totalmente a cafeína e parcialmente o B-17-estradiol e a estrona, a remoção de coliformes totais e de E. coli foi reduzida em 95% para menos de 20% ao final do estudo. De acordo com os autores tais impactos provavelmente foram causados pela cafeína e a estrona, pela mudança na camada microbiana dentro da schmutzdecke.

AA utilização das técnicas moleculares para caracterizar a comunidade biológica em filtros lentos de areia em função da água afluenta ao sistema tem avançado nos últimos anos, na tentativa de associar a qualidade da água afluenta com a natureza e diversidade microbiana da schmutzdecke com a eficiência dos filtros lentos (Haig et al., 2011; Haig, 2014). Atualmente, a identificação e a caracterização de comunidades microbianas não estão mais restritas aos microrganismos cultiváveis. As técnicas moleculares existentes superam essa limitação, permitindo um maior entendimento da funcionalidade e da diversidade microbiana em diferentes ambientes. Algumas dessas técnicas dependem da identificação de componentes celulares como o DNA e, distintamente dos métodos que precisam de cultivos, as amostras podem ser obtidas in situ e ainda conservar a composição da comunidade biológica (Amann et al., 1995; Malik et al., 2008; Haig, 2014). Nesse sentido, a aplicação dos métodos moleculares permite a obtenção de resultados rapidamente, o aprimoramento dos estudos sobre diversidade microbiana e a identificação de novos organismos e sua ecofisiologia (Haig, 2014). Os genes que codificam o RNA ribossomal 16S são conhecidos como 16S rRNA, os quais estão presentes em todos os micro-organismos procariontes e cuja sequência de nucleotídeos é supremamente conservada. Essas características permitem a identificação de bactérias e a caracterização de comunidades microbianas (Woese, 1987; Pace, 1997; Haig, 2014).

A FiME é uma tecnologia que tem potencial para ser aplicada em pequenas comunidades, incluindo áreas rurais, podendo ser uma alternativa viável para as populações com esse perfil.

A seu favor tem a facilidade na operação e o baixo custo operacional, com possibilidades em assimilar picos de turbidez e cor, sem influenciar na qualidade final da água produzida.

Destaca-se que a geração de lodo é reduzida, além do que não é utilizado produtos químicos, tais como coagulantes, resultando em um menor passivo ambiental.

Nesse contexto, algumas lacunas podem ser preenchidas com a presente pesquisa, visando a uma maior aceitação da FiME, conduzindo a sua inclusão como uma solução alternativa coletiva de abastecimento de água pela FUNASA.

6. SUBDESCENTRALIZAÇÃO

A Unidade Descentralizadora autoriza a subdescentralização para outro órgão ou entidade da administração pública federal?

() Sim

(x) Não

7. FORMAS POSSÍVEIS DE EXECUÇÃO DOS CRÉDITOS ORÇAMENTÁRIOS:

A forma de execução dos créditos orçamentários descentralizados poderá ser:

(x) Direta, por meio da utilização capacidade organizacional da Unidade Descentralizada.

(x) Contratação de particulares, observadas as normas para contratos da administração pública.

(x) Descentralizada, por meio da celebração de convênios, acordos, ajustes ou outros instrumentos congêneres, com entes federativos, entidades privadas sem fins lucrativos, organismos internacionais ou fundações de apoio regidas pela Lei nº 8.958, de 20 de dezembro de 1994.

8. CUSTOS INDIRETOS (ART. 8, §2º)

A Unidade Descentralizadora autoriza a realização de despesas com custos operacionais necessários à consecução do objeto do TED?

(x)Sim

()Não

O pagamento será destinado aos seguintes custos indiretos, até o limite de 20% do valor global pactuado:

1. Ressarcimentos referente ao custo para a Gestão Administrativa e Financeira da Fundação de Apoio à Pesquisa (FUNAPE) conforme a Lei nº 8.958, de 20 de dezembro de 1994, no valor de 13,04%, totalizando R\$ 41.458,50.

2. Ressarcimentos de custos indiretos a Universidade Federal de Goiás (UFG), de acordo com o Decreto 10.426/2020, no valor de 13,04%, totalizando R\$ 88.970,25.

Complementar ao cronograma físico-financeiro no item 9, cronograma de desembolso (item 10) e o plano de aplicação consolidado (item 11), é apresentado no Anexo 1 um cronograma físico estimado para execução do projeto, compatibilizado com o cronograma para desembolso das parcelas do recurso. No Anexo 2 segue um cronograma estimado para a execução das metas do projeto, também compatibilizado com o cronograma de desembolso. Já no Anexo 3 é apresentada uma estimativa de valores para a realização das atividades, separadas por Instituições de Ensino Superior envolvidas no projeto.

23,0

0q

,8J

METAS	DESCRIÇÃO	PRODUTO ESPERADO	Unidade de Medida	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total	Início	Fim
1	Pesquisa bibliográfica (Aplicação da FiME para a realidade brasileira)	Relatório técnico contendo os resultados da tecnologia em novas realidades brasileiras;	un.	1	22.425,00	22.425,00	ago/22	set/23
2	Estudos preliminares para avaliação de meios filtrantes alternativos ou complementares	Documento contendo o resultado da avaliação de meios filtrantes alternativos ou complementares aos existentes para o filtro lento da FiME	un.	1	50.155,00	50.155,00	ago/22	set/23
3.1	Caracterização da Bacia Hidrográfica da bacia da captação do Rio Meia Ponte	Documento contendo a caracterização da Bacia hidrográfica da bacia de captação da ETA Meia Ponte e da FiME MP.	un.	1	7.000,00	7.000,00	ago/22	mar/23
3.2	Montagem das Instalações Piloto Goiânia – GO (FiME MP)	FiME MP montada e funcionando	un.	1	22.425,00	22.425,00	ago/22	mar/23
3.3	Operação da FiME MP com água bruta com baixa cor e turbidez (avaliação	Documento contendo a análise de eficiência da FiME MP para águas com baixa turbidez e cor utilizando apenas pré-filtro dinâmico como prétratamento à filtração lenta;	un.	1	116.182,20	116.182,20	abr/23	set/23

	da eficiência da FiME MP)							
3.4	Operação da FiME MP com água bruta com alta cor e turbidez (avaliação da eficiência da FiME MP)	Documento contendo a análise de eficiência da FiME MP para águas com elevada turbidez e cor utilizando pré-filtro dinâmico e filtro ascendente como pré-tratamento à filtração lenta;	un.	1	151.191,07	151.191,07	out/23	mar/24
3.5	Comparação da eficiência da FiME MP e da ETA Ciclo Completo Meia Ponte	Documento contendo os resultados comparando a FiME MP e ETA Ciclo Completo	un.	1	90.535,48	90.535,48	abr//23	mar/24
4	Caracterização da Camada biológica do filtro lento (Schmutzdecke)	Documento apresentando detalhes da composição da schmutzedeck e sua influência na eficiência do tratamento, considerando as características da água bruta, em particular o efeito da presença de micropoluentes sobre a remoção de patógenos.	un.	1	186.070,00	186.070,00	ago/23	mar/25
5.1	Caracterização da Bacia Hidrográfica da Lagoa do Peri	Documento contendo a caracterização da Bacia hidrográfica da Lagoa do Peri	un.	1	7.000,00	7.000,00	out/22	abr/23
5.2	Montagem da Instalação Piloto Florianópolis – SC (FiME LP)	FiME LP montada e funcionando	un.	1	63.250,00	63.250,00	out/22	abr/23
5.3	Caracterização da água bruta e tratada pela FiME LP	Documento contendo a caracterização da água bruta e tratada pela FiME LP	un.	1	31.815,00	31.815,00	abr/23	mar/25
5.4	Caracterização do lodo produzido pela FiME LP	Documento contendo a caracterização qualitativamente o lodo produzido em pré-filtro e filtros lentos, em função da forma de realização da limpeza.	un.	1	71.500,00	71.500,00	abr/23	mar/25
5.5	Tratamento e disposição do lodo da FiME LP	Documento contendo proposta de alternativas de tratamento e destinação final dos lodos dos filtros, com pré-adensamento ou não, e desidratação em leito de secagem.	un.	1	71.500,00	71.500,00	abr/23	mar/25
6	Análise de custos de implantação e operação da FiME	Documento contendo a análise de custo de construção, operação e manutenção da FiME;	un.	1	41.400,00	41.400,00	abr/23	mar/25
7.1	Relatório parcial	Primeiro relatório parcial elaborado	un.	1	11.960,00	11.960,00	set/23	set/23

Caracterização da água bruta e tratada pela FiME LP									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x							
Caracterização do lodo produzido pela FiME LP									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x							
Tratamento e disposição do lodo da FiME LP									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x							
Análise de custos de implantação e operação da FiME									x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x							
Relatório parcial																																		
Relatório final																																	x	x

Nota: (1) = etapa que será realizada caso necessário ajustes na operação da FiME.

ANEXO 2 - Cronograma estimado para a execução das metas do projeto, compatibilizado com o cronograma de desembolso.

Meta	Etapa/Fase	Produto esperado	Indicador Físico		Parcela		
			Unidade Medida	Qde	40%	60%	100%
1	Pesquisa bibliográfica (Aplicação da FiME para a realidade brasileira)	Pesquisa bibliográfica (Aplicação da FiME para a realidade brasileira)	un.	Vb	22.425,00		22.425,00
2	Estudos preliminares para avaliação de meios filtrantes alternativos ou complementares	Estudos preliminares para avaliação de meios filtrantes alternativos ou complementares	un.	Vb	50.155,00		50.155,00
3.1	Caracterização da Bacia Hidrográfica da bacia da captação do Rio Meia Ponte	Caracterização da Bacia Hidrográfica da bacia da captação do Rio Meia Ponte	un.	1	7.000,00		7.000,00
3.2	Montagem das Instalações Piloto Goiânia – GO (FiME MP)	Montagem das Instalações Piloto Goiânia – GO (FiME MP)	un.	Vb	22.425,00		22.425,00
3.3	Operação da FiME MP com água bruta com baixa cor e turbidez (avaliação da eficiência da FiME MP)	Operação da FiME MP com água bruta com baixa cor e turbidez (avaliação da eficiência da FiME MP)	un.	Vb	116.182,20		116.182,20
3.4	Operação da FiME MP com água bruta com alta cor e turbidez (avaliação da eficiência da FiME MP)	Operação da FiME MP com água bruta com alta cor e turbidez (avaliação da eficiência da FiME MP)	un.	Vb		151.191,07	151.191,07
3.5	Comparação da eficiência da FiME MP e da ETA Ciclo Completo Meia Ponte	Comparação da eficiência da FiME MP e da ETA Ciclo Completo Meia Ponte	un.	1	25.739,30	64.796,18	90.535,48
4	Caracterização da Camada biológica do filtro lento (Schmutzdecke)	Caracterização da Camada biológica do filtro lento (Schmutzdecke)	un.	Vb	38.410,00	147.660,00	186.070,00

5.1	Caracterização da Bacia Hidrográfica da Lagoa do Peri	Caracterização da Bacia Hidrográfica da Lagoa do Peri	un.	1	7.000,00		7.000,00
5.2	Montagem da Instalação Piloto Florianópolis – SC (FiME LP)	Montagem da Instalação Piloto Florianópolis – SC (FiME LP)	un.	Vb	63.250,00		63.250,00
5.3	Caracterização da água bruta e tratada pela FiME LP	Caracterização da água bruta e tratada pela FiME LP	un.	Vb	3.085,00	28.730,00	31.815,00
5.4	Caracterização do lodo produzido pela FiME LP	Caracterização do lodo produzido pela FiME LP	un.	Vb	11.000,00	60.500,00	71.500,00
5.5	Tratamento e disposição do lodo da FiME LP	Tratamento e disposição do lodo da FiME LP	un.	Vb	11.000,00	60.500,00	71.500,00
6	Análise de custos de implantação e operação da FiME	Análise de custos de implantação e operação da FiME	un.	1	10.350,00	31.050,00	41.400,00
7	Relatório parcial	Relatórios parcial elaborados	un.	1	11.960,00	10.120,00	22.080,00
	Relatório final	Relatório final	un.	1		45.425,00	45.425,00
Total					399.981,50	599.972,25	999.953,75

ANEXO 3 – Estimativa de valores para a realização das atividades, separadas por Instituições de Ensino Superior envolvidas no projeto.

Descrição	bolsa pesquisador/técnico - 20			bolsa alunos - 18			material de consumo - 30			Manutenção - 39			pessoa jurídica - 39			Total
	meses	R\$ unitário	R\$ total	meses	R\$ unitário	R\$ total	Qde	R\$ unitário	R\$ total	Qde	R\$ unitário	R\$ total	Qde	R\$ unitário	R\$ total	
Materiais e reagentes para análise de Cryptosporidium e Giardia							160	412,50	66.000,00							
Manutenção para equipamento de análise Micropoluentes										3	23330,00	69.990,00				
Materiais e reagentes para análise de coliformes totais e E. coli							150	50,00	7.500,00							
Materiais e reagentes para análise de vírus							160	250,00	40.000,00							
materiais de escritório							1	1.010,00	1.010,00							

materialis de limpeza						1	1.125,00	1.125,00							
Reagentes e materiais para análises físico-química						160	106,25	17.000,00							
manutenção equipamento – UFG									1	9.400,00	9.400,00				
Contratação reforma FiMe Existente												1	10.000,00	10.000,00	
Construção de um leito de secagem												1	9.500,00	9.500,00	
Prestação de serviço – análise de difração de raio x etc												4	2.000,00	8.000,00	
bolsa de Mestrado			24	1.500,00	36.000,00										
bolsa de Mestrado			24	1.500,00	36.000,00										
bolsa de iniciação científica			24	400,00	9.600,00										
bolsa de iniciação científica			24	400,00	9.600,00										
Bolsa Pesquisador	34	1.500,00	51.000,00												
Bolsa Apoio técnico	34	800,00	27.200,00												
Administração												1	130.428,75	130.428,75	
Total UFG			78.200,00			91.200,00							79.390,00	157.928,75	539.353,75
kit para biologia molecular						7	3.000,00	21.000,00							
sondas para fish						1	10.000,00	10.000,00							
Materiais plástico licre de						1	5.000,00	5.000,00							

iniciação científica																			
Prestação de serviço – construção da ETA Piloto										1	25.000,00	25.000,00							
Prestação de serviço laboratoriais										1	10.000,00	10.000,00							
Manutenção Equipamento UFSC										1	15.000,00	15.000,00							
Materiais consumo para a FiMe SC (hidráulico, meio filtrante etc)										1	30.000,00	30.000,00							
Materiais e reagente de laboratório										1	20.000,00	20.000,00							
Total UFSC			29.700,00								83.400,00	50.000,00			50.000,00			0,00	213.100,00
Total			154.100,00								215.400,00	223.635,00			152.390,00			254.428,75	999.953,75

12. PROPOSIÇÃO

Local e data

Nome e assinatura do Responsável pela Unidade Descentralizada

13. APROVAÇÃO

Local e data

Nome e assinatura do Responsável pela Unidade Descentralizadora



Documento assinado eletronicamente por **Angelita Pereira de Lima, Usuário Externo**, em 08/08/2022, às 17:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º, do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Miguel da Silva Marques, Presidente**, em 11/08/2022, às 23:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º, do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.funasa.gov.br/consulta>, informando o código verificador **3978125** e o código CRC **744DAE63**.