

## DESAFIOS PARA A IMPLANTAÇÃO DE UMA ETE PILOTO EM UM CAMPUS DO INSTITUTO FEDERAL

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.15.24.IX-018>

Flávio José de Assis Barony\*, Cleto Rodrigues de Melo, Karina Bicalho Ervilha do Nascimento Campos, Rodrigo Marques de Oliveira, Deborah Neide de Magalhães Praxedes

\* Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET-MG – *campus* Timóteo. E-mail: [flaviobarony@cefetmg.br](mailto:flaviobarony@cefetmg.br)

### RESUMO

Aproximadamente 38% do esgoto gerado no Brasil recebe algum tratamento antes do lançamento em curso d'água e em Governador Valadares 0% é tratado antes de ser lançado no corpo hídrico. Independente desse dado desfavorável, uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) quando instalada em um ambiente institucional de Ensino, Pesquisa e Extensão, que é o caso do IFMG *campus* de Governador Valadares, tem-se um potencial equipamento para estudos práticos. Esse trabalho tem por objetivo avaliar os desafios operacionais para a implantação de uma ETE em um *campus* acadêmico. Para tal, adotou-se o sistema misto de tratamento (sistema anaeróbio e aeróbio), no caso, reator UASB e Lodo Ativado, respectivamente. A vazão foi calculada com a projeção do *campus* atingir a sua capacidade máxima nos próximos anos e com isso gerar aproximadamente 18m<sup>3</sup> de esgoto/dia. Após a construção do Radier e Estação Elevatória de Esgoto (EEE), deu-se a instalação hidráulica/elétrica da ETE. A fase seguinte foi a obtenção da Licença Ambiental e a partir daí o comissionamento do sistema. Adicionalmente, 2 canteiros com graminea esmeralda foram testados para fins de reúso do efluente. O volume atual é de 18,68 m<sup>3</sup>/dia e um dos grandes desafios operacionais foi a baixa vazão na maioria dos finais de semana (< 1m<sup>3</sup>), o que interfere diretamente na disponibilidade de nutrientes para os microrganismos. Após ajustes na bomba de aeração e recirculação do lodo, ainda assim a ETE apresentou remoção de DBO na faixa de 82,32%. A ETE permitiu a realização de outros trabalhos envolvendo a comunidade acadêmica e assim cumpriu a finalidade de ser um laboratório prático para diversas disciplinas. Visualmente, o canteiro irrigado com o efluente tratado não apresentou sinais de toxicidade e o crescimento foi aparentemente idêntico ao canteiro que recebeu irrigação com água de abastecimento público. A ETE cumpriu a prerrogativa de tratar o efluente gerado no *campus* e entende-se que há enorme potencial para outras pesquisas a partir das diversas possibilidades oferecidas por esse equipamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** DBO; Esgoto Doméstico; ETE; Legislação Ambiental; Reúso.

### INTRODUÇÃO

A instalação de uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) em uma escola traz inúmeros benefícios didáticos e pedagógicos, enriquecendo o ambiente educacional. Primeiramente, a presença de uma ETE oferece aos alunos a oportunidade de aprender na prática sobre o ciclo da água, sustentabilidade e os impactos do saneamento básico. Essas estações tornam-se laboratórios vivos, onde estudantes podem observar de perto o funcionamento dos processos de tratamento de esgoto, como a separação de sólidos, o tratamento biológico e a purificação da água para reúso ou descarte seguro. Especificamente no Instituto Federal de Minas Gerais – *campus* Governador Valadares, há cursos técnicos, de graduação e Pós-graduação com abordagem ambiental (Técnico em Meio Ambiente, Técnico em Edificações, Tecnólogo em Gestão Ambiental, Engenharia Ambiental, Engenharia Civil e outros). Não é muito comum encontrar esse tipo de equipamento nas grandes universidades Brasileiras, mas há relatos na literatura (CRIZEL e LARA, 2020).

Do ponto de vista pedagógico, a ETE estimula o desenvolvimento de projetos interdisciplinares que conectam disciplinas como biologia, química, física e geografia, proporcionando uma visão integrada dos problemas ambientais. Os alunos podem aplicar conhecimentos teóricos aprendidos em sala de aula para analisar e propor soluções reais de melhoria no processo de saneamento, desenvolvendo habilidades críticas e de resolução de problemas.

Além disso, a ETE pode ser utilizada como um meio de sensibilização para questões ambientais, incentivando uma cultura de responsabilidade social e ambiental entre os estudantes. Ao entenderem a importância do tratamento de esgoto para a saúde pública e o meio ambiente, os alunos se tornam agentes de mudança, com maior consciência sobre o uso racional da água e a necessidade de políticas de saneamento adequadas.

Por fim, cumpre-se ainda o papel fundamental de tratar o esgoto gerado pela instituição antes do seu lançamento em curso d'água. Vale ressaltar que em Governador Valadares não há tratamento de esgoto e a cidade é mencionada como a pior em saneamento quando comparada a outros municípios do mesmo porte no Brasil (SNIS, 2022; TRATA BRASIL, 2022).

Todavia, mesmo quando o efluente é submetido ao processo de tratamento, o lançamento em cursos d'água pode resultar na poluição. Tal fato está relacionado aos nutrientes contidos, em especial, Nitrogênio e Fósforo, que são os principais responsáveis pela eutrofização dos cursos d'água. Os principais danos causados podem ser: problemas estéticos e recreacionais; condições anaeróbias no fundo do corpo d'água; eventuais condições anaeróbias no corpo d'água como um todo; eventuais mortandades de peixes; maior dificuldade e elevação nos custos de tratamento da água; problemas com o abastecimento de água industrial; toxicidade devido a proliferação das algas; modificações na qualidade e quantidade de peixes de valor comercial; redução na navegação e capacidade de transporte (MOTA e von SPERLING, 2009). No Brasil, notadamente utiliza-se a DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) para fins de avaliar a eficiência de uma ETE. Esse é um parâmetro indicador da remoção de matéria orgânica (VON SPERLING, 2014; BRASIL, 2011).

A utilização do esgoto para fins “não nobres” é uma prática difundida em todo mundo como forma de contornar e minimizar problemas como a escassez, da má distribuição e da má qualidade da água. No reuso em irrigação, hidroponia e piscicultura, além do suprimento de água, o esgoto pode proporcionar o fornecimento de nutrientes necessários as plantas e aos animais aquáticos, alcançando-se, muitas vezes, bons desenvolvimentos das culturas e dos peixes, inclusive quando não são fornecidos os fertilizantes artificiais ou rações comerciais (BASTOS, 2003; FLORENCIO *et al*, 2006).

Desta forma, a gestão integrada com vistas à utilização do efluente das estações de tratamento de esgoto torna-se importante por minimizar a poluição dos cursos d'água devido aos nutrientes contidos, e ao mesmo tempo promove os usos múltiplos da água, no caso, para fins agrícolas ou irrigação de parques e jardins.

A irrigação de culturas com esgoto tratado contribui com o aporte de água e nutrientes, havendo a necessidade de se estabelecer os padrões de irrigação em função das características regionais. A depender da cultura e tipo de solo, por exemplo, a irrigação poderá complementar de maneira contínua o fornecimento de nutrientes às plantas (MOTA e von SPERLING, 2009).

## **OBJETIVOS**

Este projeto propõe a operacionalização de uma (ETE) no IFMG – *campus* Governador Valadares. Complementarmente, alguns parâmetros de qualidade analítica serão avaliados e bem como a aplicação do efluente no cultivo de gramíneas.

## **METODOLOGIA**

A ETE piloto será o modelo misto (fase anaeróbia e aeróbia), sendo UASB/RAFA (Upflow Anaerobic Sludge Blanket / Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente) seguido do Lodo Ativado. Houve a cotação entre algumas empresas buscando a melhor viabilidade econômica. A ETE estará interligada à rede de efluentes sanitários do *campus*, no caso, no PV (poço de visita) que fica no final da rede (área interna do *campus*). Como forma de contingência, na entrada do sistema, na estação elevatória de esgoto (EEE), haverá uma derivação para a rede coletora externa ao *campus* para ser usada em casos emergenciais (como vazamentos ou necessidade de interrupção da ETE por quaisquer motivos operacionais).

O sistema de tratamento será composto pelos componentes tecnológicos: gradeamento (tratamento preliminar), reator UASB (tratamento secundário), Lodo Ativado (tratamento secundário complementar) e decantador secundário, constituindo assim a similaridade com o processo de tratamento a ser instalado na cidade de Governador Valadares (ainda em fase de obras). Equipamentos periféricos como lavador de gás, clorador, bombas e painéis elétricos estão inseridos na compra do produto.

Paralelamente, foi estimado a produção de efluente gerada pela comunidade acadêmica. Partindo do princípio que o *campus* foi construído para contemplar 1200 estudantes (à época da elaboração do projeto havia 900 estudantes e profissionais), foi estimado que cada membro usaria a descarga sanitária duas vezes ao dia durante a sua permanência no *campus*, ou seja, 15 L por habitante. Dessa forma, a ETE foi projetada visando tratar aproximadamente 18m<sup>3</sup>/dia.

Após a construção do *radier* (piso de concreto para receber a ETE) e a construção da Elevatória de Esgoto Bruto, procedeu a instalação (montagem) da estrutura da ETE com o apoio dos técnicos da empresa e do *campus*. A aquisição da ETE piloto foi acompanhada de projeto executivo, memorial de cálculo, RT (responsabilidade técnica) e com vistas às normas brasileiras.

A operação do sistema é sob a responsabilidade do IFMG, *campus* Governador Valadares, a partir da obtenção da Licença Ambiental. A inoculação do sistema dar-se-á gradualmente a partir do estabelecimento da comunidade microbiana formada no interior das câmaras de tratamento.

A fase inicial é o comissionamento hidráulico do sistema, garantido assim a sua funcionalidade. Adicionalmente, alguns parâmetros poderão ser monitorados, como *E. Coli*, DBO, pH e condutividade elétrica, Nitrogênio Total e Fósforo Total. Por fim, o efluente tratado será utilizado para irrigar um canteiro de 0,49m<sup>2</sup> para fins de avaliação da sobrevivência da gramínea, comparado a outro canteiro de mesmo dimensionamento irrigado com água do sistema público de abastecimento.

A figura 1 abaixo apresenta o Desenho Técnico da ETE.

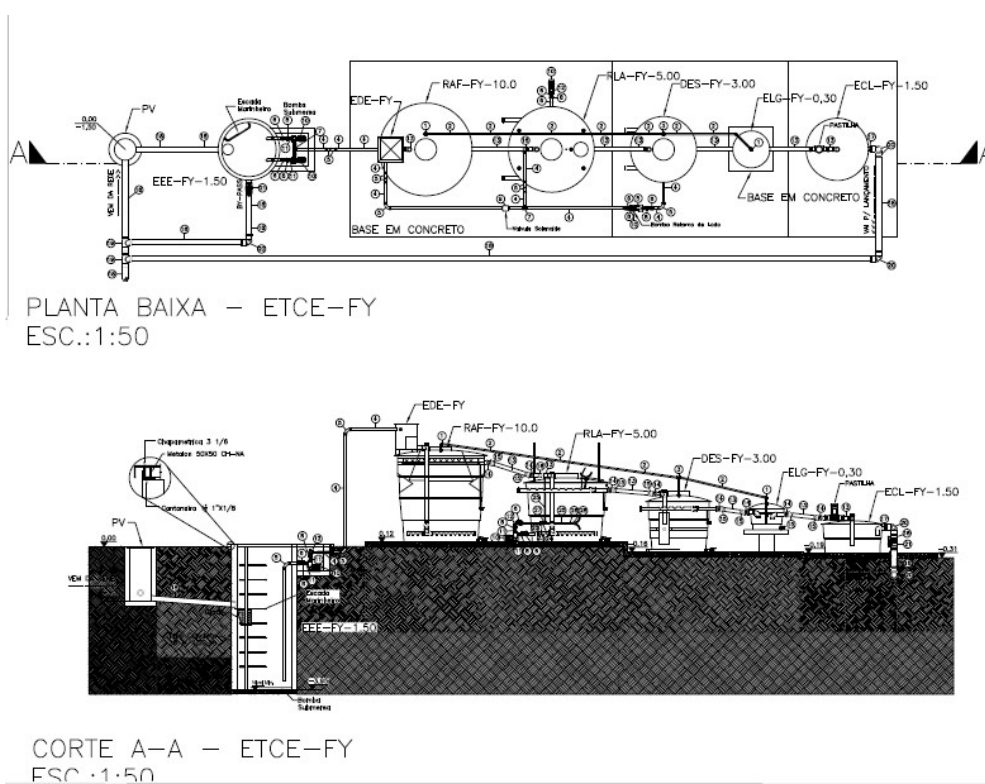


Figura 1 – Desenho Técnico da ETE Piloto. Fonte: Própria (2014)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 2 abaixo ilustra a construção do *Radier* e da EEE. Já a figura 3 demonstra a fase de instalação dos componentes da ETE.





**Figura 2 – Escolha e preparação do terreno para construção do Radier e ETE. Fonte: Própria (2015)**



**Figura 3 – Instalação hidráulica e Elétrica da ETE. Própria (2016)**

Em Minas Gerais, as atribuições do licenciamento ambiental e da Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF) são exercidas pelo Conselho Estadual de Política Ambiental (Copam), por intermédio das Câmaras Especializadas, das Unidades Regionais Colegiadas (URC), das Superintendências Regionais de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Supram), da Fundação Estadual de Meio Ambiente (Feam), do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam) e do Instituto Estadual de Florestas (IEF), de acordo com o Decreto 44.309/06 (IEF, 2006). Com a grande preocupação relacionada ao meio ambiente e com o objetivo de respeitar o mesmo, o projeto foi realizado dentro das normativas do Estado de Minas Gerais. Após a obtenção da licença ambiental requerida pelos órgãos competentes, a ETE do Instituto Federal de Minas Gerais *campus* Governador Valadares obteve a licença em outubro de 2017 e com isso deu-se o início da operação de forma contínua.

No processo de lodos ativados implantado como pós-tratamento de efluentes de reatores UASB, o reator ocupa o lugar do decantador primário, minimizando desta forma a área ocupada pela ETE e acrescentando tecnologia ao sistema. O lodo aeróbico ainda não estabilizado gerado no sistema de lodos ativados segue para o aerador onde junto com o lodo anaeróbico sofre o adensamento e digestão, com o lodo já estabilizado (ABREU e SÁ, 2014).

Para iniciar o processo de tratamento foi necessária a remoção de uma camada de gordura que se formou na ETE, sendo providenciado um caminhão sugador do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) e de funcionários da instituição (figura 4). Essa camada de gordura formou-se devido ao interstício de quase 2 anos entre a implantação da ETE e a obtenção da licença AAF. Esses resíduos comprometem o tratamento do efluente, uma vez que as partículas sólidas podem entupir os encanamentos e danificar as bombas existentes na ETE. Durante o período de 90 dias foi adicionado semanalmente 80 gramas do bioativo *Enzilimp* dissolvidos em 2 litros de água na ETE (figura 4), pois esse produto atua na biodegradação de efluentes e resíduos sólidos orgânicos, através da decomposição de proteínas e lipídeos de origem

animal e vegetal e hidrocarbonetos de origem animal. É indicado para eliminação de maus odores, redução de lodo (sólidos totais), DBO, DQO, óleos, graxas e *startup* de lodos ativados (ENZILIMP, 2017). Foi necessária a adição desse produto em função da limitação do caminhão sugador, o qual não alcançava os 2 m finais da EEE para remoção da crosta de gordura, além de ser benéfico para o comissionamento do sistema.



Figura 4 – Limpeza da EEE (à esquerda) e adição de Bioativo (à direita). Própria (2016)

Foi realizada a medição da vazão da ETE ao longo de 3 dias para obtenção da média, sendo encontrado o valor de  $18,68\text{m}^3/\text{dia}$ , ou seja, condizente com o valor previsto, embora o *campus* não esteja com a capacidade máxima prevista atualmente (900 estudantes). Dados disponibilizados pelo campus quanto ao consumo de água do sistema público indicam média de  $437\text{m}^3/\text{mês}$  entre os meses de fevereiro a abril de 2017. Como há um fator de 0,80 entre o que se consome e o que gera de esgotos, o valor de esgoto que chega à ETE está próximo do valor consumido de água. Todavia, vale ressaltar que o supracitado fator é usualmente adotado para esgoto residencial. No Brasil é usual a adoção de valores na faixa de 0,75 a 0,85. O consumo de água no campus ocorre apenas nos dias letivos. A vazão de entrada na ETE foi obtida a partir de cada ciclo de funcionamento da bomba da EEE e das especificações técnicas da mesma. Operacionalmente, um viés que surgiu no decorrer da operação foi a flutuação na vazão, ou seja, normalmente não havia atividades acadêmicas aos sábados e domingos ( $< 1\text{m}^3/\text{dia}$ ), e com isso a ETE passou a apresentar instabilidade operacional quanto a alguns parâmetros monitorados, principalmente OD (oxigênio dissolvido), sendo um dos maiores desafios operacionais do sistema.

Provisoriamente e com vistas a contornar a falta de carga orgânica nos finais de semana, foi instalada uma bombona de 100L com refrigerante (figura 5) descartado de Centros de Distribuição da região. Uma bomba dosadora foi programada para fazer a alimentação pontual nos finais de semana e assim suprir a carga orgânica, contudo, os resultados operacionais ainda indicavam instabilidade no sistema. Entende-se que em locais onde ocorrem a oscilação da vazão ao longo dos dias da semana, o ideal é a instalação de um tanque de equalização na entrada do sistema. Essa adição teve o intuito de promover o equilíbrio microbiano do sistema, haja vista tratar-se de um processo biológico de tratamento de efluente. Os mecanismos utilizados pelas bactérias são o anabolismo e o catabolismo. Ou seja, de forma geral um tratamento biológico de esgoto transforma o material orgânico em novas células através do anabolismo e em produtos finais, como por exemplo, dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) e água ( $\text{H}_2\text{O}$ ), através do catabolismo (MIKI, 2010). Após 3 meses de testes o sistema de dosagem foi desativado e optou-se por regular o sistema alterando a programação da bomba do reator Aeróbio (lodo ativado) e da bomba de recirculação do lodo (decantador) para acionamento esporádico.

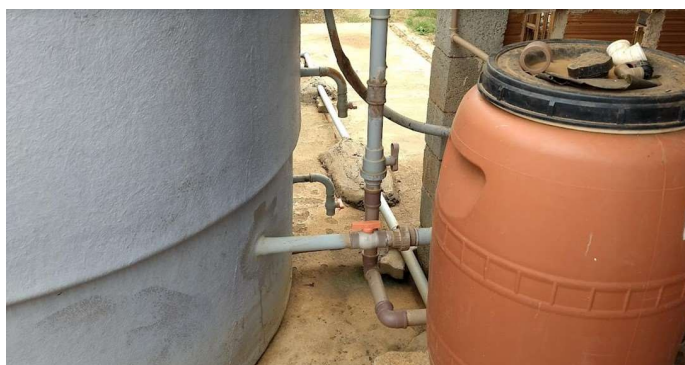


Figura 5 – Adição de refrigerante nos finais de semana como forma de suprir a carga orgânica. Própria (2017)

Observou-se que o TDH (Tempo de Detenção Hidráulica) no Reator UASB e Lodo Ativados perfazia a condição de 8h, mesmo nos momentos de pico de vazão, o que é fundamental para o bom funcionamento do sistema. A recirculação do lodo ativado foi programada em função dos horários de pico de vazão, de forma que nos finais de semana a recirculação era pontual em função da ausência de carga orgânica, como já relatado.



Outro desafio operacional foi o entupimento da bomba da EEE devido resíduos grosseiros que eventualmente chegavam até a EEE. Para contornar essa situação, foi improvisado um gradeamento com materiais alternativos, como cesto de plástico (figura 6). Paralelamente, a comunidade acadêmica recebeu orientações sobre o que não deve ser descartado em sanitários. Também houve problemas de funcionamento com a bomba da EEE, sendo necessária a troca da bomba de sucção autoescorvante pela bomba submersa (figura 6). Novos testes foram feitos manualmente para determinar a altura da boia da elevatória, sendo que a altura máxima do efluente ficasse 10 cm abaixo do extravasador e o nível inferior mantivesse o topo da bomba abaixo da lâmina do efluente. Com esses ajustes a bomba da EEE liga e desliga automaticamente nos níveis preestabelecidos a partir do comando da boia.



**Figura 6 – Gradeamento improvisado para EEE (à esquerda) e substituição da bomba da EEE pelo modelo “submersa”. Própria (2017)**

Decorrido 6 meses e após os ajustes operacionais, procedeu o plantio de 2 canteiros com a gramínea esmeralda (*Zoysia japônica*) com duas placas de 29 cm por 42,5 cm para cada parcela totalizando uma área total de 0,49 m<sup>2</sup>, com filme plástico para cobertura de estufa de 100 µ (figura 7). A irrigação da parcela T1 com o efluente final da ETE e parcela T2 com água de abastecimento público e deu-se por meio de regador, com dosagem de 2,5L/dia para cada parcela, ao longo de 60 dias. Não houve diferença visual quanto o crescimento das gramíneas, ou seja, aparentemente os nutrientes ainda presentes no efluente não foram determinantes para fins de crescimento acelerado. Todavia, o grande aspecto positivo observado foi a inobservância de toxicidade da gramínea irrigada com efluente (figura 7).



**Figura 7 – Irrigação da gramínea com efluente (canteiro da esquerda) e irrigação com água de abastecimento público (canteiro da direita). Imagem do momento do plantio e após 60 dias. Fonte: Própria (2017)**

No decorrer do tempo de comissionamento da ETE, outras intervenções foram surgindo e deram origem a diversos TCC's (Trabalho de Conclusão de Curso), entre eles: implantação do cinturão verde (figura 8), proposta de adequação às normas de segurança (elaborado por estudantes da Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) e proposta de construção do leito de secagem do lodo, de forma que tais contribuições corroboram para um dos propósitos de se ter um equipamento desse porte dentro do *campus* de uma instituição de Ensino. Também na figura 8 é possível observar o cinturão verde no presente ano e a consolidação de um setor do *campus* para fins de atividades práticas na área de saneamento (ETE e compostagem de resíduos sólidos), denominado CEPS (Centro de Educação e Pesquisa em Saneamento).



**Figura 8 – Plantio de mudas no entorno da ETE (cinturão verde - 2017) e o efeito do cinturão verde para proteção dos tanques, em 2024 (à direita). Fonte: Própria (2017 e 2024)**

Por fim, há de se destacar a perenidade desse trabalho ao longo dos anos, seja por meios de novas propostas de projetos e/ou por meio do monitoramento operacional. À título de exemplo, o monitoramento realizado ao longo do ano de 2024 indica que a remoção de DBO na ETE alcançou 82,32% (FERREIRA, 2024), o que representa valor superior ao exigido pela legislação (> 60%) (BRASIL, 2005; BRASIL, 2011; MG, 2022). Os ajustes na recirculação e aeração do sistema de lodos ativados conseguiu contornar a baixa vazão/carga orgânica nos finais de semana sem atividades no *campus*. Dessa forma, apesar dos percalços, a ETE está em plenas condições de operação/uso, inclusive para diversos outros trabalhos e com a Licença Ambiental renovada. Todavia, em função de atrasos (construção do *Radier*, obtenção da licença ambiental e outros) não foi possível cumprir na íntegra com as análises previstas inicialmente (*E. coli*, DBO, OD e outras), mas há de se destacar que alguns equipamentos analíticos foram adquiridos e estão à disposição para uso no *campus*.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto da ETE no *campus* foi extremamente grandioso em função da complexidade, ou seja, envolveu toda a estrutura administrativa.

Fatores externos, como baixa vazão de efluente (ocorrida nos finais de semana) e fatores operacionais (manutenção dos equipamentos, bombas e periféricos) permearam todo o período de monitoramento e requer soluções alternativas para contornar o cenário orçamentário desfavorável.

Do ponto de vista da operação da ETE, a mesma proporcionou grande aprendizado para toda a comunidade acadêmica, pois percebeu-se na prática como questões de ordem hidráulica/elétrica, microbiológica e química estão inter-relacionadas.

A ETE alcançou eficiência satisfatória em termos de remoção de matéria orgânica mensurada pela DBO.

Avaliação do reúso do efluente deverá ocorrer a partir da análise de parâmetros analíticos complementares, sendo que este trabalho centrou-se apenas na observação visual do cultivo da graminéa esmeralda.

Por fim, o projeto possibilitará a realização de diversos TCC's e/ou pesquisas.

## AGRADECIMENTOS

Ao IFMG pela iniciativa do fomento da Pesquisa Aplicada via Edital n.º156/2013, pelo aporte de R\$60.000,00 para compra da ETE e equipamentos laboratoriais, incluindo reagentes. Também agradecido pela contrapartida institucional em alocar o *radier* e a EEE (aproximadamente R\$36.000,00) para receber a ETE.

Aos trabalhadores da área de campo pelo suporte durante o processo de manutenção da ETE.

Ao Grupo de Pesquisa GECA pelas contribuições/sugestões ante os desafios operacionais.

Esse trabalho foi publicado com atraso de 8 anos devido ao atraso operacional relatado e posteriormente devido à mudança de lotação do servidor proponente ocorrida em 2019.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABREU, G.C.R; SÁ, V.P.T. **Dimensionamento de uma Estação de Tratamento de Esgotos para a cidade universitária da UFRJ de acordo com o plano diretor de 2020**. Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014. Disponível em < <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10011372.pdf>>. Acesso em: 09 dez. 2017.
2. BASTOS, R.K.X. (Coord.). **Utilização de esgoto tratado em fertirrigação, hidroponia e piscicultura**. Rio de Janeiro: Rima, Abes, 2003.
3. BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº430 de 13 de maio de 2011**. Disposição sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357 ,de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646> >. Acesso em: 05 jan. 2016.
4. BRASIL, 2005. **RESOLUÇÃO N.º357, 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. Disponível em: < <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459> >. Acesso: 16 jun. 2019.
5. CRIZEL, M. G.; LARA, A. C. **Avaliação da eficiência de uma estação de tratamento de efluentes instalada em uma universidade federal: questão de gestão ambiental**. Revista Brasileira de Meio Ambiente, v.8, n.3. 054-070(2020). 2020. Disponível em: < <https://revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/379/236> >. Acesso: 22 de Set. 2024.
6. ENZILIMP, 2017. Disponível em < <https://www.enzilimp.com.br/site/> >. Acesso em: 09 dez. 2017.
7. FERREIRA, G. O. **AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE REÚSO NÃO POTÁVEL DA ÁGUA NO ÁGUA NO INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS CAMPUS GOVERNADOR VALADARES**. Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária do Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus* Governador Valadares. 2024.
8. IEF. Instituto Estadual de Florestas. **Decreto 44.309/06**. Disponível em: < <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5607> >. Acesso em: 08 de dez. 2017.
9. MG - MINAS GERAIS. DELIBERAÇÃO NORMATIVA CONJUNTA COPAM-CERH/MG Nº 8, DE 21 DE NOVEMBRO DE 2022. 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. (Publicação – Diário do Executivo – “Minas Gerais” – 02/12/2022). Disponível em: < <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=56521> >. Acesso: 22 de Jun. 2024.
10. MIKI, M.K. **Dilemas do UASB**. Revista DAE nº 183, maio 2010, Seção “Práticas operacionais e de Empreendimento”, pp. 25-37. Disponível em < [http://revistadae.com.br/downloads/Revista\\_DAE\\_Edicao\\_183.pdf](http://revistadae.com.br/downloads/Revista_DAE_Edicao_183.pdf) >. Acesso em: 28 ago. 2017.
11. MOTA, S. B.; von SPERLING, M. (Coord.). **Nutrientes de esgoto sanitário: utilização e remoção**. Rio de Janeiro: ABES, 428p. Projeto Prosab, 2009.
12. SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Série Histórica**. 2022. Disponível em: < <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#> >. Acesso: 22 de Set. 2024.
13. TRATA BRASIL. Instituto Trata Brasil. **Novo Ranking do Saneamento Básico mostra pouco avanço e que o Brasil ainda despeja quase 6 mil piscinas olímpicas por dia de esgotos sem tratamento na natureza**. 2022. Disponível em: < <https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2022/09/press-release.pdf> >. Acesso: 22 de Set. 2024.
14. VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. Vol. 1. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 4ªed., Editora UFMG, 472 p. 2014.