

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS – CAMPUS GOVERNADOR VALADARES
BACHARELADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

RAYSSA DE OLIVEIRA ASSIS

**PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO OPERACIONAL DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO
DE ESGOTO SANITÁRIO DO IFMG-GV**

GOVERNADOR VALADARES
2023

RAYSSA DE OLIVEIRA ASSIS

**PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO OPERACIONAL DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO
DE ESGOTO SANITÁRIO DO IFMG-GV**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – *Campus* Governador Valadares, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharela em Engenharia Ambiental e Sanitária, sob orientação da Professora Dra. Déborah Neide de M. Praxedes.

GOVERNADOR VALADARES

2023

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela força e coragem durante essa longa caminhada. Posteriormente aos meus pais, que com muito carinho e incentivo, estiveram sempre dispostos a me ajudar em todos os momentos necessários. Aos meus amigos e colegas de classe pelo apoio moral durante a graduação. A todos os professores e funcionários do Instituto Federal Minas Gerais – Campus Governador Valadares, que foram extremamente fundamentais para nossa vida acadêmica. Desse modo, possibilitou o desenvolvimento desta monografia.

O meu agradecimento em especial é para minha orientadora Déborah Neide de Magalhães Praxedes, que não poupou esforços para dedicar seu valioso tempo em orientar em cada desenvolvimento deste trabalho. Pela simpatia, paciência e confiança ao assumir o compromisso em aceitar a proposta de orientadora. O segundo agradecimento em especial é para a técnica de laboratório, Karina Bicalho Ervilha do Nascimento Campos, que disponibilizou seu precioso tempo para acompanhar e orientar durante as análises laboratoriais.

Por fim, a todos que contribuíram para execução da pesquisa seja de forma direta ou indireta, fica o meu obrigada!

Carlos Roberto Gonçalves de Assis, *in memoriam*. Como é complicado, meu querido pai viver, sem sua companhia!

Mas em outro momento, Deus fará o reencontro para a eternidade.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 OBJETIVOS	9
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	10
4 METODOLOGIA	15
5.RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5.1 Descrição do local de estudo	19
5.2 Resultados dos parâmetros de efluentes sanitários	21
5.3 Manual de operação da ETE IFMG-GV	29
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

O meio ambiente, ao longo dos anos, tem sofrido sucessivas consequências negativas em decorrência das atividades humanas, que atualmente afetam a qualidade e quantidade dos seus recursos naturais. O crescimento populacional principalmente em centros urbanos contribuiu com a ocorrência de consequências ao meio ambiente. Referente às consequências ambientais, Cabral e Cândido (2019, apud UN 2014a, 2014b) ponderam que o crescimento populacional também aumenta a limitação de infraestrutura, saneamento e o acesso aos serviços básicos de saúde.

Além disso, complementa Jatobá (2011) que a urbanização, tem como consequência a concentração de pessoas em um espaço restrito, gera impactos ao meio ambiente com efeitos sinérgicos e persistentes. O autor complementa que a urbanização gera impactos ambientais além dos limites urbanos.

O aumento da geração de esgoto doméstico e industrial é um exemplo devido ao crescimento populacional. Esgotos domésticos e industriais contribuem para a contaminação dos corpos hídricos quando não recebem os devidos tratamentos. O descarte incorreto, isto é, sem o devido tratamento dos efluentes e desobediência dos parâmetros de lançamento, conforme a legislação ambiental vigente, tem consequências ambientais afetando todas as esferas da sociedade. O crescimento populacional e as atividades humanas têm se despontado como os maiores responsáveis pela poluição do meio aquático. Os rios se tornaram, ao longo dos anos, depositários de rejeitos e resíduos de diversas formas: os esgotos domésticos e as águas residuárias provenientes de atividades pecuárias contribuem com elevadas cargas orgânicas; as indústrias com uma série de compostos sintéticos e elementos químicos potencialmente tóxicos; e as atividades agrícolas com a contaminação por pesticidas e fertilizantes ricos em sais minerais (NETO & FERREIRA, 2007).

O lançamento irregular de efluentes nos cursos d'água é o principal causador da poluição e contaminação dos corpos hídricos, consequentemente impactando na qualidade das águas. Além disso, contribui para o desequilíbrio do ecossistema aquático. Como aponta Gonçalves (2015), o esgoto doméstico lançando *in natura* nos corpos hídricos consome o oxigênio no processo de decomposição, causando a mortalidade de peixes. E os nutrientes, por exemplo, fósforo e nitrogênio, presentes nesses despejos e resultantes da decomposição da matéria orgânica, quando em altas concentrações, ainda provocam a proliferação excessiva de algas, o que também desequilibra o ecossistema local.

A eutrofização é o exemplo mais comum dos impactos no meio ambiente, que consiste no enriquecimento dos corpos hídricos por nutrientes, tais como: nitrogênio e fósforo oriundos do descarte dos esgotos domésticos e industriais, acarretando no crescimento desordenado das algas. Conforme Miki et al. (2020), a eutrofização nas águas superficiais foi um grande problema na segunda metade do século XX, que representou o crescimento exagerado de algas e outras plantas aquáticas, devido ao efeito fertilizante do nitrogênio fósforo. O crescimento exagerado das algas tem como consequência indireta a diminuição do oxigênio dissolvido, em decorrência da inibição da fotossíntese nas regiões mais profundas pela camada de algas na superfície.

No que tange ao saneamento básico, foi instituída no Brasil a Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico. Conforme esta lei, no seu artigo 3º, considera-se como saneamento básico: “conjunto de serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo de águas pluviais” (BRASIL, 2007a). Ao longo dos anos, a problemática ambiental em conjunto com o saneamento básico intensificou em escala mundial. Desse modo, é adotado no Brasil legislações em âmbito federal, estadual e municipal acerca da problemática com objetivo de solucioná-los.

A Lei Federal nº 14.026, de 15 de julho de 2020 atualiza o marco legal do saneamento básico. A lei aborda a ampliação progressiva do acesso dos domicílios ao saneamento básico. (Brasil,2023c). Conforme a legislação o esgotamento sanitário é previsto como serviço público no artigo 3º:

“Art. 3º-B. “Consideram-se serviços públicos de esgotamento sanitário aqueles constituídos por 1 (uma) ou mais das seguintes atividades:
I - coleta, incluída ligação predial, dos esgotos sanitários;
II - transporte dos esgotos sanitários;
III - tratamento dos esgotos sanitários; e
IV - disposição final dos esgotos sanitários e dos lodos originários da operação de unidades de tratamento coletivas ou individuais de forma ambientalmente adequada, incluídas fossas sépticas. (BRASIL,2023c)

As temáticas do saneamento básico em instituições de ensino em diferentes níveis abordam o saneamento básico em sala de aula, descrevendo os pilares do saneamento básico, ações para melhorar as condições do saneamento, demonstram as etapas dos tratamentos do esgoto conforme suas características. Ademais, dependendo do grau de infraestrutura das instituições públicas e privadas são encontradas estações de tratamento de esgoto com

objetivo de remover a carga poluidora dos efluentes antes do descarte ao corpo receptor. O exemplo citado, é o que descreve a situação do local de estudo, a estação de tratamento de esgoto do Instituto Federal Minas Gerais – Campus Governador Valadares (IFMG-GV).

O IFMG-GV tem instalada em seu *campus* uma estação de tratamento de esgoto (ETE) em nível secundário, cuja modalidade é o tratamento anaeróbico com reator UASB e aeróbico do tipo lodo ativado. Além disso, apresenta o sistema de tratamento de gases e cloração. A ETE IFMG-GV foi instalada no ano de 2016. Em média, é tratada uma vazão estimada em 16 m³/dia de efluente. Após o tratamento, o efluente tratado é encaminhado para rede coletora local e lançado no rio Doce.

O monitoramento da ETE IFMG-GV é realizado esporadicamente e os resultados das amostragens têm se mostrado em acordo com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente 430/2011 (CONAMA 430/2011), que dispõem sobre critérios e condições para o lançamento de efluente (BRASIL, 2011). Porém, a eficiência do tratamento, assim como o volume gerado de lodo nos reatores e a eficiência individualizada destes, é desconhecida.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo geral avaliar a eficiência do tratamento do efluente da ETE IFMG-GV, e específico adequações operacionais para otimização do sistema. O presente trabalho é importante, pois permitirá investigar a atual situação do funcionamento da ETE e, a partir disso, possibilitará realizar propostas de intervenções para melhoramento da operação e manutenção, tendo em vista que o manual de procedimentos operacionais da ETE se encontra desatualizado. O manual permitirá estabelecer uma rotina de operação e manutenção de forma a manter a eficiência do tratamento e atendimento à legislação vigente.

2 OBJETIVOS

Consiste em objetivo principal deste estudo, propor a adequação operacional do tratamento do esgoto sanitário da ETE do IFMG-GV, otimizando sua eficiência.

Para tanto, buscou-se atingir os seguintes objetivos específicos:

- Realizar a descrição do local de estudos;
- Estimar a vazão atual do esgoto gerado no IFMG-GV.
- Realizar a análise qualitativa do efluente gerado pela instituição de ensino e do tratado pela ETE IFMG-GV
- Analisar se os resultados das amostras dos efluentes estão de acordo com a legislação de lançamento de efluente Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG N.º 08, de 21 de novembro de 2022.
- Propor adequações operacionais do tratamento da ETE do IFMG-GV;
- Atualizar o manual de operação da estação de tratamento de efluente para a instituição.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O meio ambiente, ao longo dos anos, apresentou mudanças significativas em seus fatores abióticos e bióticos. Os cursos d'água, um dos principais componentes do meio ambiente, foram bastante impactados, sobretudo em sua qualidade, durante o processo de urbanização. Segundo Von Sperling (2014), a qualidade dos cursos d'água depende dos fatores e fenômenos naturais característicos do meio onde este se encontra e das atividades humanas desenvolvidas no entorno destes.

O Brasil apresenta legislações que tutelam o meio ambiente. A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 430 de 13/05/2011 dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2011). Estabelece, a nível federal, sobre as condições e padrões de lançamento de efluente. Referente à definição dos esgotos sanitários, a resolução apresenta o conceito jurídico. Conforme esta resolução, entende-se como esgoto sanitário a denominação genérica para despejos líquidos residenciais, comerciais, águas de infiltração na rede coletora, os quais podem conter parcela de efluentes industriais e efluentes não domésticos. De modo geral, pode-se afirmar que os efluentes sanitários e industriais apresentam características definidas conforme o processo de geração. Conforme Cardoso (2020, p.15), “os esgotos geralmente têm características bem definidas e são constituídas essencialmente de despejos domésticos, que incluem efluentes sanitários de residências, lavanderias, estabelecimentos comerciais ou quaisquer edifícios que disponham de instalações sanitárias”.

Portanto, o despejo de esgotos industriais e domésticos sem o devido tratamento nos mananciais contribui para a deterioração da qualidade da água, ocasionando riscos à biota aquática, à saúde das populações humanas servidas destes cursos d'água e aumentando os custos do tratamento para sua potabilização (MOTA 2010). Ainda, referente à Resolução CONAMA nº 430/2011, os efluentes gerados somente poderão ser lançados nos corpos receptores após o tratamento. Além disso, é necessário que esteja obedecendo aos padrões e exigências de lançamento nesta mesma resolução. Conforme a Resolução CONAMA nº 430/2011:

Art. 3º Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam

às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis (BRASIL, 2021b).

De acordo com o art. 5º da resolução: “Os efluentes não poderão conferir ao corpo receptor características de qualidade em desacordo com as metas obrigatórias progressivas, intermediárias e finais, do seu enquadramento” (BRASIL,2011b). Adiante, a Resolução estabelece quais são os padrões e as condições do lançamento para o lançamento dos efluentes sanitários ao corpo receptor.

Art. 21. Para o lançamento direto de efluentes oriundos de sistemas de tratamento de esgotos sanitários deverão ser obedecidas as seguintes condições e padrões específicos:

I - Condições de lançamento de efluentes:

a) pH entre 5 e 9;

b) temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura;

c) materiais sedimentáveis: até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;

d) Demanda Bioquímica de Oxigênio-DBO 5 dias, 20°C: máximo de 120 mg/L, sendo que este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento com eficiência de remoção mínima de 60% de DBO, ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor.

e) substâncias solúveis em hexano (óleos e graxas) até 100 mg/L; e f) ausência de materiais flutuantes.

§ 1º As condições e padrões de lançamento relacionados na Seção II, art. 16, incisos I e II desta Resolução, poderão ser aplicáveis aos sistemas de tratamento de esgotos sanitários, a critério do órgão ambiental competente, em função das características locais, não sendo exigível o padrão de nitrogênio amoniacal total.

§ 2º No caso de sistemas de tratamento de esgotos sanitários que recebam lixiviados de aterros sanitários, o órgão ambiental competente deverá indicar quais os parâmetros da Tabela I do art. 16, inciso II desta Resolução que deverão ser atendidos e monitorados, não sendo exigível o padrão de nitrogênio amoniacal total.

§ 3º Para a determinação da eficiência de remoção de carga poluidora em termos de DBO_{5,20} para sistemas de tratamento com lagoas de estabilização, a amostra do efluente deverá ser filtrada (BRASIL,2011b)

A nível estadual, Minas Gerais, a normativa que estabelecia os padrões de lançamento de efluente era a Deliberação Normativa – DN COPAM/CERH nº 01, de 05 de maio de 2008 (MINAS GERAIS, 2008), normativa que regia o lançamento dos efluentes nos corpos receptores. Atualmente, esta deliberação foi revogada pela DN Conjunta Copam-CERH/MG nº 8, de 21 de novembro de 2022. A nível estadual mineiro, as condições de lançamento de efluente sanitário conforme a nova DN são:

Art. 36 – Para o lançamento direto de efluentes oriundos de sistemas de tratamento de esgotos sanitários deverão ser obedecidas as seguintes condições e padrões específicos, desde que não comprometa os usos previstos para o corpo de água:

I – condições de lançamento de efluentes:

a) pH: 5,0 a 9,0;

b) temperatura: inferior a 40°C (grau Celsius), sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C (grau Celsius) no limite da zona de mistura;

c) materiais sedimentáveis: até 1 mL/L (mililitro por Litro) em teste de uma hora em cone Imhoff, para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;

d) DBO 5 dias a 20°C (grau Celsius): até 60 mg/L (miligrama por Litro) ou tratamento com eficiência de redução de DBO 5 dias a 20°C (grau Celsius) em no mínimo 60% (por cento) e média anual igual ou superior a 70% (por cento) para sistemas de esgotos sanitários;

e) DQO: até 180 mg/L (miligrama por Litro) ou tratamento com eficiência de redução de DQO em no mínimo 55% (por cento) e média anual igual ou superior a 65% (por cento) para sistemas de esgotos sanitários;

f) substâncias solúveis em hexano (óleos e graxas): até 100 mg/L (miligrama por Litro);

g) materiais flutuantes e sólidos grosseiros: virtualmente ausentes;

h) nitrogênio amoniacal total: inferior a 20 mg/L (miligrama por Litro);

i) sólidos em suspensão totais: até 100 mg/L (miligrama por Litro), sendo 150 mg/L (miligrama por Litro) nos casos de lagoas de estabilização.

§ 1º – As condições e padrões de lançamento relacionados no art. 32 desta deliberação normativa poderão ser aplicáveis aos sistemas de tratamento de esgotos sanitários, a critério do órgão ambiental competente, em função das características locais. (MINAS GERAIS, 2022b)

O IFMG-GV possui uma estação de tratamento de esgoto cujo tratamento é o biológico. De modo geral, o tratamento biológico consiste na ação das bactérias presentes nos reatores para a degradação da matéria orgânica. Von Sperlling (1996), afirma que o processo biológico reproduz, de certa maneira, os processos naturais que ocorrem em um corpo d'água após o lançamento de despejos. No corpo d'água, a matéria orgânica é convertida em produtos mineralizados inertes por mecanismos puramente naturais, caracterizando o assim chamado processo de autodepuração. Em uma estação de tratamento de esgoto os mesmos fenômenos básicos acontecem, mas a diferença é que há em paralelo, a introdução de técnica. Segundo o autor, essa tecnologia tem como objetivo fazer com que o processo de depuração se desenvolva em condições controladas e em taxas mais elevadas.

Conforme Foco, Lopes e Nour (2015) o sistema de tratamento de esgoto combinado entre reatores anaeróbio-aeróbio se destacam por diversas vantagens, pois apresentam uma pequena potência de aeração na fase aeróbia, menor produção do lodo e o menor custo de implantação e operação.

O Reator Anaeróbico de Manta de Lodo (Upflow Anaerobic Sludge Blanket – UASB) é um tratamento biológico de esgoto baseado na decomposição anaeróbica da matéria orgânica. Segundo Garcia (2016), o objetivo do reator concentra-se na remoção de compostos carbonáceos e de sólidos para posterior tratamento aeróbio. O reator anaeróbico é composto

por uma coluna ascendente, e constituída por zona de digestão e uma zona de sedimentação, por fim um dispositivo separador de fases. De acordo com mesma autora:

Os reatores UASB possuem fluxo vertical e ascendente e são constituídos de uma câmara com volume dimensionado para acomodação, na parte mais inferior, de um leito de lodo com composição de 40 a 100gST/L, e de uma camada de manta de lodo, formada acima do leito de lodo, composta por concentrações de sólidos baixas e crescimento bacteriano disperso (concentração em torno de 1% a 3%), um separador trifásico. O separador é responsável pela destinação do efluente líquido, que sai pelas laterais superiores do reator, pela deflexão dos gases gerados no processo de digestão da matéria orgânica, que são destinados à tubulação específica de coleta no centro do reator UASB e para interceptação das partículas sólidas, de modo que estas percam energia e retornem para a camada de lodo. O esgoto afluente é distribuído por tubos instalados de modo a fornecer (GARCIA, 2016, p.14).

A ETE - IFMG-GV ainda apresenta em sua estrutura, o sistema de lodo ativado. De acordo com Jordão (2011), o lodo ativado é o floco produzido num esgoto bruto ou decantado, pelo crescimento de bactérias na presença do oxigênio dissolvido e acumulado em concentração suficiente graças ao retorno de outros flocos previamente formados. A necessidade de oxigênio dos flocos é alta, é necessário suprir o oxigênio ao processo, por absorção forçada da atmosfera ou por injeção de ar no meio líquido (JORDÃO, 2011). Além disso, o autor corrobora que em condições naturais, a quantidade de flocos presente é relativamente pequena, sendo necessário um tempo muito longo e um volume de tanque muito grande, para tornar o processo efetivo. Desse modo, mantêm-se, nos tanques de aeração, concentrações muito elevadas de flocos por meio do retorno contínuo do lodo do decantador secundário aos tanques de aeração.

Ainda sobre o sistema de lodo ativado, conforme descreve Von Sperling (2014), as unidades componentes do sistema de lodos ativados de fluxo contínuo são um tanque de aeração, também chamado de reator, um decantador secundário, recirculação do lodo e remoção do excesso de lodo produzido no reator. O efluente do tratamento primário e o lodo de recirculação, são encaminhados para o tanque de aeração, onde é feita a aeração e mistura. Para Von Sperling (2002, p.11), “neste tanque ocorrem as reações de remoção de substrato, já o decantador secundário ocorre a sedimentação de sólidos, que resulta na saída do efluente clarificado”. Grande parte do lodo sedimentado no fundo do decantador secundário é recirculada ao tanque de aeração e o lodo excedente é escoado para tratamento ou encaminhado para a destinação final. O final a recirculação do lodo excedente garante elevada eficiência ao processo, devido à permanência dos sólidos em tempo superior em relação ao tempo de permanência da massa líquida, possibilitando que a biomassa ativa metabolize a matéria orgânica do esgoto (VON SPERLING, 2002).

4 METODOLOGIA

No primeiro momento, procedeu-se a caracterização do local de estudo, que compreende o Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus* Governador Valadares (IFMG-GV), e, mais especificamente, a ETE IFMG-GV.

Para o monitoramento da eficiência do tratamento do efluente sanitário, realizou-se a coleta amostras de esgoto bruto (entrada) e tratado (saída) da ETE IFMG-GV quinzenalmente. Foram realizadas seis campanhas amostrais entre outubro de 2022 e janeiro de 2023. Após as coletas, as amostras de efluente foram encaminhadas ao Laboratório de Ciências do IFMG-GV, em que se procederam análises de parâmetros físicos e químicos. O Quadro 1 descreve a relação de parâmetros realizados, bem como os métodos e equipamentos utilizados.

Quadro 1: Relação dos parâmetros físicos e químicos, método das análises a serem realizadas no monitoramento do esgoto sanitário do IFMG-GV

Parâmetro	Amostra	Método	Equipamento
DBO _{5,20}	Esgoto bruto efluente tratado	Incubação com diluição	Incubadora a 20°C Aparelho medidor de DBO
DQO	Esgoto bruto efluente tratado	Refluxo fechado, colorimetria; 5220 D*	Reator de DQO Espectrofotômetro Hach modelo DR 3900
pH	Esgoto bruto, efluente tratado e após desinfecção.	Potenciometria	Medidor multiparâmetro portátil Hach modelo HQ40D - sonda de pH
Nitrogênio (NTK e N-NH ₃ , NO ₃ ⁺)	Esgoto bruto efluente tratado	Kit para análise de nitrogênio	Reator de DQO para digestão da amostra. Espectrofotômetro Hach modelo DR 3900.
Fósforo total	Esgoto bruto efluente tratado	Kit para análise de fósforo	Espectrofotômetro Hach modelo DR 3900.
Sólidos	SF e SV	Esgoto bruto efluente tratado	e 2540 D* Balança de precisão, estufa para secagem, banho Maria.
	SDT	Esgoto bruto efluente tratado	e 2540 E* Balança de precisão, estufa para secagem, banho Maria.
	SST	Esgoto bruto efluente tratado	e 2540 B* Balança de precisão, estufa para secagem, banho Maria.

*Fonte: APHA *et al.* 2012

O presente trabalho considerou como pontos de amostragem a entrada do reator UASB e saída do efluente no tanque de tratamento terciário, com objetivo de verificar a

eficiência global da ETE. As coletas das amostras de efluentes foram realizadas conforme as metodologias citadas anteriormente, sendo coletadas em recipientes previamente limpos e com auxílio de luvas. A Figura 1 representa a coleta da amostra de entrada durante o desenvolvimento do atual trabalho.

Figura 1-Coleta da amostra de efluente de entrada



Fonte: BICALHO, 2022

Posteriormente, foram realizadas as análises dos parâmetros físicos e químicos e listados anteriormente. As análises foram realizadas no próprio laboratório do IFMG-GV com auxílio da laboratorista. A figura 2 mostra a etapa das análises do nitrogênio no laboratório de ciências IFMG-GV.

Figura 2: Adição do reagente para análise do nitrogênio



Fonte: autora,2022

Por fim, o efluente sanitário coletado foi devidamente descartado. Adiante, no próximo tópico é caracterizado o sistema de tratamento de esgoto da instituição. Ademais, os resultados obtidos são apresentados e discutidos. Os resultados obtidos são comparados com os valores de referência a DN COPAM 08/2022.

Considerando que a comunidade do IFMG-GV aumentou nos últimos anos, a vazão também sofreu alterações. O presente trabalho estimou a vazão do sistema de tratamento do esgoto para a ETE considerando o aumento das pessoas que circulam pelo campus.

O projeto para implantação da ETE-IFMG adotou alguns critérios para o sistema de tratamento, tais como Consumo *per capita* (C) = 31,25 L/hab.dia; coeficiente de variação diária (K_1) = 1,20; coeficiente de variação horária (K_2) = 1,50 e contribuição dos despejos = 80% do consumo total. A comunidade acadêmica estimada era de 700 habitantes (FY EQUIPAMENTOS, 2014). Por meio destes critérios foram realizados os cálculos estimados para a vazão da ETE. Os resultados obtidos para o projeto de implantação são: Vazão Máxima ($Q_{\text{máx}}$) = 1,31 m³/h; Vazão Média (Q_{med}) = 0,203 m³/h e Vazão mínima (Q_{min}) = 0,365 m³/h (FY EQUIPAMENTOS, 2014).

Para realizar a estimativa da vazão atual, considerou-se os mesmos critérios utilizados no projeto de implantação, atualizando-se os dados da população.

Conforme Von Sperling (2014), a geração de esgoto é proporcional ao consumo de água. Para a determinação da vazão doméstica média de esgoto é dada pela equação (SPERLING, 2014, p.75):

$$Q_{\text{med}} = (\text{Pop} \times \text{QPC} \times R) \div 1000$$

Ou

$$Q_{\text{med}} = (\text{Pop} \times \text{QPC} \times R) \div 86400$$

Onde:

Q_{med} = Vazão doméstica média de esgoto (m³/d ou L/s)

QPC = quota per capita de água (L/hab.d)

R = coeficiente de retorno esgoto/água

A geração de esgoto e o consumo de água variam ao longo do dia e horário. Von Sperling (2014) determina que as vazões máxima e mínima de água podem ser dadas pelas equações

$$Q_{max} = K_1 \times K_2 \times Q_{med} = 1,8 \times Q_{med}$$

$$Q_{min} = K_3 \times Q_{med} = 0,5 \times Q_{med}$$

Onde:

$K_1 = 1,2$ (coeficiente do dia de maior consumo)

$K_2 = 1,5$ (coeficiente da hora de maior consumo)

$K_3 = 0,5$ (coeficiente da hora de menor consumo)

5.RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Descrição do local de estudo

O presente trabalho tem como local de estudo a estação de tratamento de esgoto do IFMG-GV (ETE IFMG-GV), que está localizada na Avenida Minas Gerais, 5189, bairro Ouro Verde, Governador Valadares/MG Brasil. O Instituto Federal Minas Gerais –Campus Governador Valadares atualmente oferta cursos nas seguintes modalidades: três Cursos Técnicos Integrados ao ensino médio: Meio Ambiente, Segurança do Trabalho e Edificações, Curso Subsequente em Segurança do Trabalho, Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária, Bacharelado em Engenharia de Produção, Bacharelado em Engenharia Civil, Tecnologia em Gestão Ambiental e uma Especialização *latu sensu* em Engenharia de Segurança do Trabalho. Atualmente o campus conta com 1.123 alunos ativos nos cursos superiores, técnicos e de pós-graduação e com 66 professores. Além disso, quanto aos demais servidores, técnicos e terceirizados, o quantitativo de técnicos é de 39 pessoas. Portanto, a população usuária do *campus* é de cerca de 1228 pessoas.

A Tabela 1 apresenta uma estimativa da vazão afluyente, de acordo com a população atual, em comparação com a vazão de projeto.

Tabela 1- Comparação entre as vazões média ($Q_{\text{média}}$), mínima ($Q_{\text{mín.}}$) e máxima ($Q_{\text{máx.}}$) de projeto e atuais da ETE IFMG-GV

	$Q_{\text{média}}$ (m ³ /h)	$Q_{\text{mín}}$ (m ³ /h)	$Q_{\text{máx.}}$ (m ³ /h)
Projeto	0,73	0,36	1,31
Atual	1,30	0,65	2,34

Fonte: Autor,2023

Observa-se com os resultados obtidos o aumento das vazões em relação a vazão de projeto devido ao aumento da população frequente ao campus.

A ETE-GV realiza o tratamento da água servida em nível secundário através do tratamento biológico. O sistema de tratamento é composto pelo tratamento preliminar, a partir de operações físicas. A ETE-IFMG contém a estação elevatória, que tem a finalidade de elevar o efluente para a próxima etapa, o tratamento secundário, com função de estabilizar a matéria orgânica, e a redução da demanda de oxigênio. Para o tratamento secundário, adotou-se o processo combinado (anaeróbio+aeróbio), constituído por reatores do tipo RAFA- Reatores Anaeróbios de Fluxo Ascendente (processo anaeróbio), posteriormente, o sistema de

Lodos Ativados com idade do lodo reduzida e Recirculação de Lodo (processo aeróbio), composto de um tanque de aeração e Decantador Secundário, com objetivo de remover os nutrientes responsáveis pela carga orgânica. Na etapa seguinte, no tanque de tratamento terciário, acontece a remoção dos odores gerados durante os processos biológicos e a desinfecção do efluente tratado. Por fim, o efluente tratado é encaminhado a rede pública do bairro, por fim é despejado ao rio Doce (FY EQUIPAMENTOS, 2014). A ETE-IFMG-GV é representada pela Figura 3.

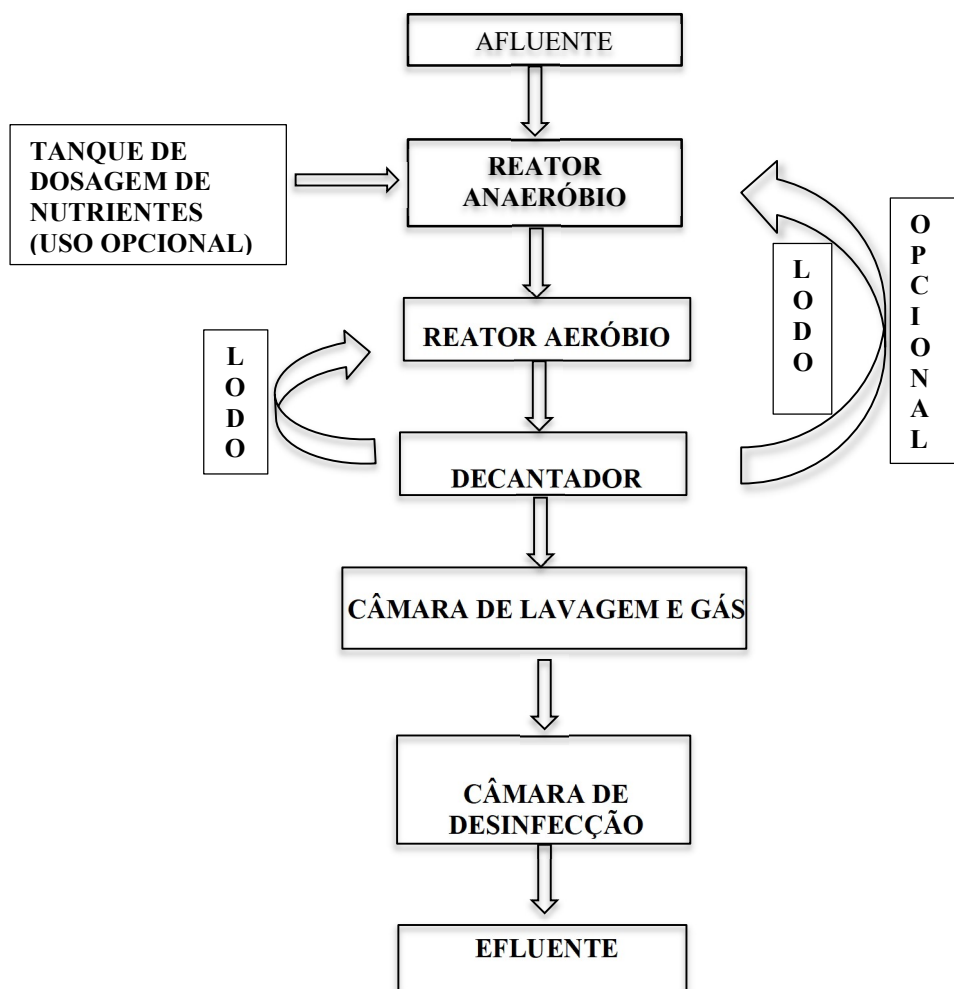
Figura 3: Vista parcial do Sistema de tratamento de esgoto IFMG-GV



Fonte: PRAXEDES, 2020.

O processo de tratamento da ETE IFMG-GV é representado através do fluxograma na Figura 4.

Figura 4: Fluxograma do modelo da Estação de Tratamento de Esgoto Mista



Fonte: Adaptado de SILVA et al, 2020. p.3

5.2 Resultados dos parâmetros de efluentes sanitários

As tabelas 2 e 3 apresentam os resultados, média e desvio padrão (DP) obtidos das análises dos parâmetros físicos e químicos, analisados no monitoramento das amostras de entrada e saída da ETE IFMG-GV, respectivamente, considerando apenas os parâmetros exigidos pela DN COPAM-CERH/MG nº08/2022. Além disso, a tabela 3 apresenta o valor máximo permitido (VMP) pela mesma DN para lançamento no corpo hídrico receptor bem como a eficiência de remoção de DBO e DQO.

Tabela 2: Resultados dos parâmetros de efluente sanitário bruto (Entrada) da ETE IFMG-GV nas seis campanhas amostrais

Parâmetro	Campanhas amostrais – Entrada						Média	DP
	06/10	19/10	10/11	23/11	06/12	04/01		
DBO (mg O ₂ /L)	365,5	400,5	366	304,5	251,5	118,5	301,1	104,0
DQO (mg O ₂ /L)	413	598	516	478	260	123	398,0	176,2
pH	7,74	7,62	7,6	7,5	7,76	7,38	7,6	0,1
SST (mg/L)	258,5	147,5	58	77	95	34,5	111,8	81,4
NH ₃ (mg/L)	33	141	100	122	107	13	86,0	51,2

Fonte: Autor, 2023

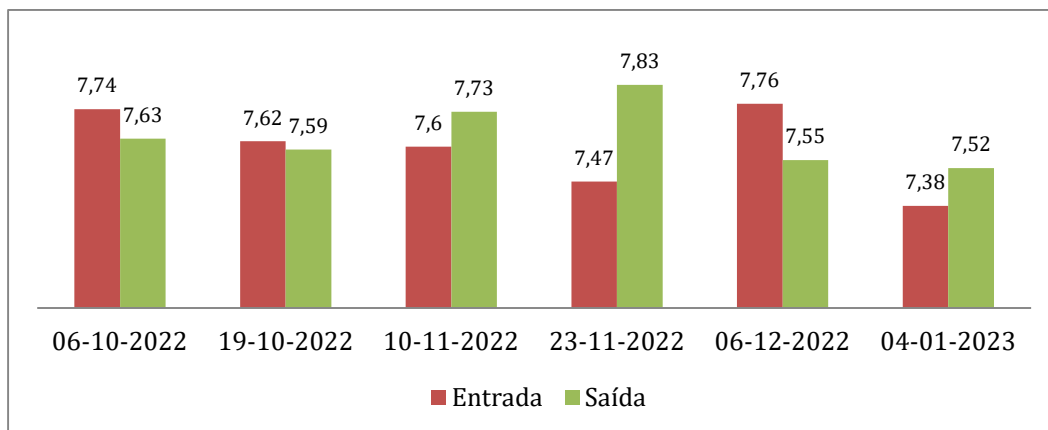
Tabela 3: Resultados dos parâmetros de efluente sanitário tratado (Saída) da ETE IFMG-GV nas seis campanhas amostrais e Valores Máximos Permitidos (VMP) segundo a DN COPAM-CERH/MG nº08/2022

Parâmetro	Campanhas amostrais – Saída						Média	DP	VMP DN 08/22
	06/10	19/10	10/11	23/11	06/12	04/01			
DBO (mg/L)	127	100	97,5	82,5	80	77,0	94,0	18,7	até 60
Remoção DBO %	64,81	75,0	73,4	74,1	68,4	35,0	-	-	mínimo 60%
DQO (mg/L)	124	130	120	131,0	59	58,5	103,8	35,1	até 180
Remoção DQO %	70,0	78,3	78	72,6	77,3	52,4	-	-	mínimo 55%
pH	7,63	7,59	7,73	7,8	7,55	7,5	7,6	0,1	5,0 a 9,0
SST (mg/L)	66	66	68	56,0	20	7,0	47,2	26,7	até 100
NH ₃ (mg/L)	31	133	88	116,0	59	59,0	81,0	38,6	< 20 mg/L

Fonte: Autor, 2023.

Os valores médios para o parâmetro pH durante o período de monitoramento da pesquisa apresentaram resultados satisfatórios conforme a Figura 5. Os resultados obtidos no período de monitoramento estão em acordo com a Deliberação COPAM-CERH/MG nº 08/2022, portanto, o pH está na faixa de 5-9. As amostras de efluente apresentaram resultados de pH dentro do padrão de lançamento conforme a COPAM 08/2022. De modo geral, o efluente tratado, ou seja, saída pH no período de monitoramento ficou em média de 7,6, considerado como neutro.

Figura 05- Resultados das análises do pH

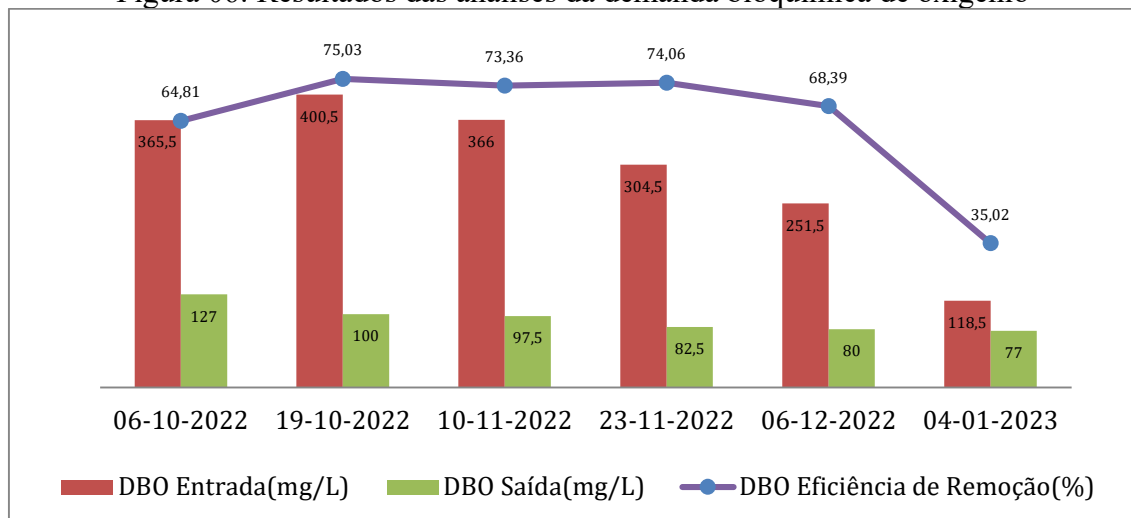


Fonte: Autora, 2023

A figura 6 apresenta os resultados obtidos do monitoramento da DBO. Os valores obtidos de demanda bioquímica do oxigênio para o efluente de entrada apresentaram uma média de 301,1 mg/L. Os valores obtidos de DBO para o efluente na saída apresentaram uma média de 93,92 mg/L, apresentando, portanto, resultado em concordância com a DN COPAM/CERH-mg nº 08/2022.

A normativa permite que a eficiência de remoção seja no mínimo igual a 60%. Nessa perspectiva, os valores obtidos de remoção da DBO apresentaram resultados satisfatórios, todavia a última coleta de efluente, a remoção da DBO obteve o percentual de remoção inferior ao mínimo exigido pela legislação estadual mineira. Percebe-se que a diminuição dessa eficiência de remoção da DBO, deu-se ao fato do período de recesso escolar, no qual não aconteceu uma geração constante de efluente devido a diminuição do fluxo de pessoas. Associado ao fato, que não ocorreu o monitoramento da estação, ou seja, verificação semanalmente o funcionamento da estação de tratamento de esgoto do IFMG-GV. De modo geral, a eficiência de remoção de DBO do presente trabalho apresentou resultados positivos, tendo valores encontrados de 64% e 75%.

Figura 06: Resultados das análises da demanda bioquímica de oxigênio

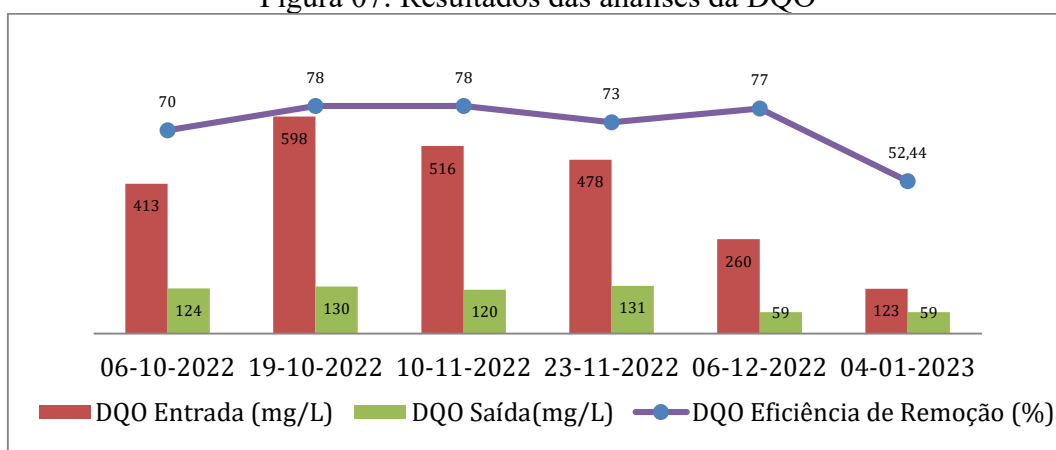


Fonte: Autora, 2023

Os valores obtidos de DQO para o efluente de entrada apresentaram uma média de 398 mg/L. Os valores obtidos da DQO para o efluente na saída apresentaram uma média de 104 mg/L. O resultado da DQO é superior ao permitido pela deliberação normativa COPAM/CERH-MG nº08/2022. Todavia, a normativa permite que a eficiência de remoção seja no mínimo igual a 55%. Considerando a última amostragem, a remoção de eficiência resultou em percentual inferior ao mínimo exigido pela legislação. O principal motivo dessa redução é a mesma justificativa para DBO, portanto, se deve ao recesso escolar. Desse modo, o fluxo de pessoas foi reduzido e as atividades de monitoramento da estação não aconteceram.

Nessa perspectiva, conforme a figura 7, os valores obtidos de remoção da DQO apresentaram uma média de 72% de remoção. Portanto, a remoção da matéria orgânica pelo reator dentro dos meses de amostragem alcançou resultados satisfatórios para o lançamento de efluente conforme a legislação estadual mineira. Além disso, indica que o sistema de tratamento do IFMG-GV está operando de maneira adequada para remoção da matéria orgânica.

Figura 07: Resultados das análises da DQO



Fonte: autora, 2023.

As Tabelas 4 e 5 apresentam os resultados médios do monitoramento da série de sólidos para os efluentes de entrada e saída. Observa-se uma coerência dos resultados nas séries de sólidos suspensos totais, sólidos suspensos fixos e sólidos suspensos voláteis. Também é notável uma coerência dos resultados nas séries de sólidos dissolvidos. Referente aos sólidos suspensos totais, que é condição de lançamento de efluente, os valores óbitos para o efluente de entrada apresentaram uma média 112 mg/L. Os resultados obtidos para o efluente final, ou seja, o efluente tratado, que é lançado no corpo receptor apresentou uma média geral 47 mg/L. O resultado obtido é satisfatório, pois atende ao requisito de lançamento de efluente mineira. Portanto, os resultados permitem observar que a estação de tratamento de efluente do IFMG-GV opera adequadamente para remoção dos sólidos suspensos totais.

Tabela 4: Resultados das séries de sólidos de efluente sanitário bruto (Entrada) da ETE IFMG-GV nas seis campanhas amostrais

Parâmetro	Campanhas amostrais – Entrada						Média	DP
	06/out	19/out	10/nov	23/nov	06/dez	04/jan/23		
SDT (mg/L)	476,0	446,5	471,0	491,0	415,0	403,5	450,5	35,2
SDF (mg/L)	285,0	345,5	301,0	324,0	247,5	279,5	297,1	34,6
SDV (mg/L)	191,0	101,0	170,0	167,0	167,5	124,0	153,4	33,7
SST (mg/L)	258,5	147,5	58,0	77,0	95,0	34,5	111,8	81,4
SSF (mg/L)	158,5	16,0	72,0	22,5	20,5	5,5	49,2	58,3
SSV (mg/L)	100,0	131,5	159,5	77,0	95,0	20,0	97,2	47,8

Fonte: Autora, 2023.

Tabela 5: Resultados das séries de sólidos de efluente sanitário bruto (Saída) da ETE IFMG-GV nas seis campanhas amostrais

Parâmetro	Campanhas amostrais – Entrada						Média	DP
	06/out	19/out	10/nov	23/nov	06/dez	04/jan/23		
SDT (mg/L)	476,0	446,5	471,0	491,0	415,0	403,5	450,5	35,2
SDF (mg/L)	285,0	345,5	301,0	324,0	247,5	279,5	297,1	34,6
SDV (mg/L)	191,0	101,0	170,0	167,0	167,5	124,0	153,4	33,7
SST (mg/L)	66,0	66,0	68,0	56,0	20,0	7,0	47,2	26,7
SSF (mg/L)	158,5	16,0	72,0	22,5	20,5	5,5	49,2	58,3
SSV (mg/L)	100,0	131,5	159,5	77,0	95,0	20,0	97,2	47,8

Fonte: Autora, 2023.

Referente ao monitoramento do nitrogênio amoniacal total, as tabelas 6 e 7 apresentam os resultados obtidos para os parâmetros de nitrogênio.

Tabela 6: Resultados das séries de nitrogênio de efluente sanitário bruto (Entrada) da ETE IFMG-GV nas seis campanhas amostrais

Parâmetro	Campanhas amostrais – Entrada						Média	DP
	06/out	19/out	10/nov	23/nov	06/dez	04/jan		
N (mg/l)	26,00	116,00	83,00	100,50	87,50	10,00	70,50	42,56
NH ₃ (mg/L)	31,50	141,00	72,00	122,00	106,50	106,50	96,58	39,13
NO ₃ (mg/L)	120,00	514,00	367,00	446,50	106,50	44,50	266,42	200,05

Fonte:Autor,2023.

Tabela 7: Resultados das séries de nitrogênio de efluente sanitário bruto (Saída) da ETE IFMG-GV nas seis campanhas amostrais

Parâmetro	Campanhas amostrais – Saída						Média	DP
	06/out	19/out	10/nov	23/nov	06/dez	04/jan		
N (mg/l)	25,50	109,50	72,00	95,50	48,00	32,00	63,75	34,32
NH ₃ (mg/L)	31,50	132,50	88,00	116,00	58,50	39,00	77,58	41,42
NO ₃ (mg/L)	113,50	488,00	323,00	423,50	214,00	142,00	284,00	152,79

Fonte:Autor,2023.

Os valores obtidos para o efluente de entrada apresentaram uma média 86 mg/L. Os resultados obtidos para o efluente final, ou seja, o efluente tratado, que é lançado no corpo receptor apresentou uma média geral 81 mg/L conforme a tabela 7. O resultado obtido é insatisfatório, pois não atende a DN COPAM-CERH/MG nº 08/2022.

Os resultados do monitoramento para o nitrogênio e nitrato também apresentaram concentrações altas. Embora os dois compostos propriamente não são condições de lançamento, mas observa-se que os resultados obtidos são superiores a 20 mg/L. Portanto, deve-se adotar medidas que visem a redução desta concentração.

Von Sperling (2014, p.342) aborda que para alcançar a desnitrificação em lodos ativados são necessárias modificações no processo, incluindo a criação de zonas anóxicas e possíveis recirculação interna. O autor completa que desnitrificação afeta a qualidade do efluente final, pois acontece a economia de oxigênio, tendo em vista que as bactérias removem a DBO utilizando os nitratos no processo, portanto, conduz a economia do oxigênio. No processo de nitrificação, há geração de íon H^+ e consumo de alcalinidade, o que reduz o pH na aeração, por outro lado, a desnitrificação consome os íons H^+ e gera alcalinidade, compensando o mecanismo de redução do pH.

Para Jordão e Pessoa (2011, p.627), existem dois sistemas de desnitrificação. O primeiro sistema contém dois conjuntos subsequentes: o primeiro conjunto é o reator aerado para remover a DBO e nitrificação e o segundo conjunto, por um reator anóxico para desnitrificação, e o respectivo decantador. O segundo sistema de desnitrificação é composto por uma câmara anóxica seguida de um reator aerado, e o decantador. Os autores completam que a grande vantagem do sistema nitrificação-desnitrificação no lodo ativado é a utilização do próprio substrato como fonte de carbono para desnitrificação.

Conforme a Deliberação COPAM nº08/2022, a concentração permitida para o nitrogênio amoniacal total deve ser inferior a 20 mg/L. Observa-se que a concentração média obtida na amostragem é quatro vezes superior ao permitido. Assim, é notável que o padrão de lançamento estudado requer uma análise especial. É necessário adotar medidas para a redução de nitrogênio. É importante ressaltar, que o tratamento biológico não reduz a concentração do nitrogênio estudado, logo é necessário adotar medidas compensatórias para remoção. Outra situação que merece destacar, que conforme a Deliberação COPAM-CERH/MG nº08/2022 dispõe para o efluente sanitário é o padrão de lançamento o nitrogênio. Antes não eram necessárias as estações de tratamento sanitário o monitoramento deste parâmetro. Segundo a

legislação estadual mineira, é necessária a adequação aos novos parâmetros. Conforme a legislação “§ 4º Os sistemas de tratamento de esgotos sanitários, já implantados e/ou licenciados antes da publicação desta DN, deverão se adequar, para atendimento ao limite de nitrogênio amoniacal total, nos prazos estabelecidos no Anexo V, os quais serão contados a partir da data da publicação desta Deliberação Normativa.” (Minas Gerais,2022b).

Portanto, as estações deverão se adequar aos limites de nitrogênio amoniacal total conforme o anexo V, como pode ser observado no Quadro 2:

Quadro 2: ANEXO V COPAM –CERH/MG N°08/2022

Prazos para adequação de sistema de tratamento de esgotamento sanitário	
Capacidade Instalada (CI)	Prazo
CI>100L/s	5 anos
50<CL=100L/s	6 anos
CI=50 L/s	7 anos

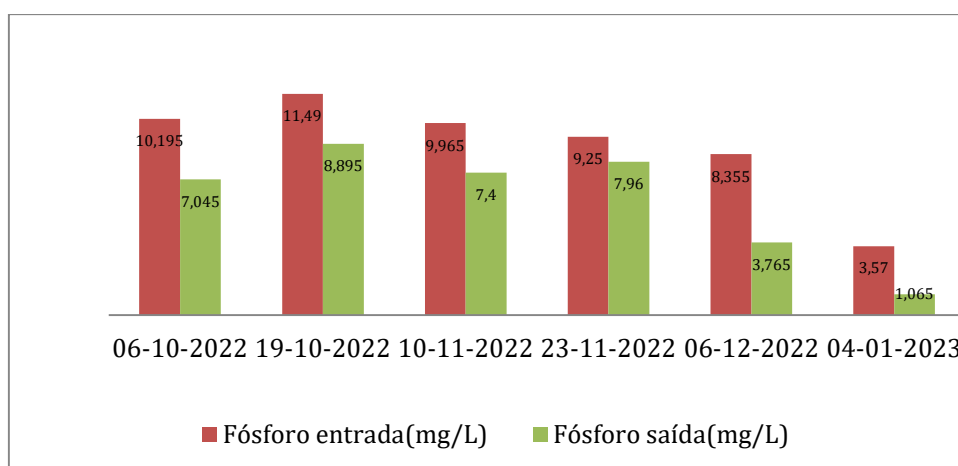
Fonte: Adaptado de Minas Gerais (2022).

A capacidade instalada do sistema de tratamento de esgoto do IFMG-GV é desconhecida conforme o manual de instalação, mas é possível concluir que o período mínimo de adequação são cinco anos. Logo, são necessários ações para melhorar a o tratamento do nitrogênio amoniacal.

O presente trabalho realizou o monitoramento do fósforo. Os resultados médios obtidos nas seis amostras são demonstrados na figura 08. O fósforo, não é caracterizado como padrão de lançamento para o efluente sanitário, por outro lado, o parâmetro é condição e padrões de qualidade das águas e das condições dos ambientes aquáticos. De acordo com a Deliberação Normativa COPAM-CERH/MG nº 08/2022 para o fósforo tem a seguinte condição: “g) fósforo total:1 – até 0,030 mg/L (miligrama por Litro), em ambientes lênticos; 2 – até 0,050 mg/L (miligrama por Litro), em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambientes lênticos (Minas Gerais, 2022b). O quadro 08 apresenta os resultados médios obtido das análises do fósforo. Observa-se que a remoção do fósforo não é significativa, portanto, logo é necessário analisar o motivo da não eventualidade de remoção e ações que visem a redução da concentração O auto Jordão (2011,.p. 638) , sugere-que a remoção do fósforo no sistema de lodos ativados é através de microrganismo específico, conhecidas como bactérias poli-P. A bactéria em condições

anaeróbicas retiram do esgoto compostos orgânicos e armazená-los no interior da parede , e simultaneamente liberar o fosforo. Adiante, no meio aeróbio acontece a produção e decaimento do processo de lodo ativados. E ao mesmo tempo a bactéria armazena os polifosfatos do meio no interior das células. No final, o excesso de biomassa é retirado. Von Sperling (2014) complementa que é fundamental no processo de remoção do fósforo em sistema de lodos ativados, os teores de sólidos no efluente final sejam pequenos. Caso seja necessário pode haver necessidade de complementação da remoção de sólidos por filtração ou flotação.

Figura 08: Resultado das análises fósforo



Fonte: Autora, 2023

5.3 Manual de operação da ETE IFMG-GV

Para a implantação da ETE IFMG-GV, foi elaborado em 2014 um memorial da ETE contendo as informações necessárias para a construção. O memorial ETCE-FY dispõe as atividades operacionais juntamente com sua frequência para realizar o monitoramento e o controle da estação. Elaborou-se um quadro comparativo (Quadro 3) da frequência das atividades operacionais com objetivo de verificar se ainda segue as condições do memorial.

Observa-se que alguns parâmetros de frequência divergem no atual momento, devido a diversas circunstâncias, por exemplo, finais de semana, feriados, recesso escolar, ausência de responsável para realizar a atividade e dentre outros.

Quadro 3- Memorial ETE-IFMG

Monitoramento e controle da ETE IFMG-GV			Monitoramento atualmente
Modalidades	Atividades Operacionais	Frequência	Frequência
Estação de tratamento	Higienizar a unidade	diariamente	Semanalmente
	Capinar a área, para manutenção e limpeza de paisagismo	regularmente	semanalmente
	Limpar canaletas de águas pluviais	regularmente	não acontece
	Fazer manutenção de cerca do entorno	sempre	esporadicamente
	Limpar as vias de acesso ao lançamento no corpo receptor	sempre	semanalmente
	Manter protegida a tubulação efluente final	sempre	semanalmente
	Manter o ponto de lançamento protegido contra erosões	não se aplica	semanalmente
	Lavar as ferramentas utilizadas na operação de Estações de tratamento de efluente	diariamente	esporadicamente
Estação elevatória de esgotos	Observar visualmente a operação da bomba. Se houve alguma anormalidade providenciar reparos.	diariamente	Semanalmente
	Inspecionar registros e/ou by-pass de chegada da EEE para confirmar que não há descarga de indevida de esgoto	diariamente	semanalmente
Tratamento secundário			
RAFA	Garantir a vazão afluente de esgoto o mais regular possível	sempre	Semanalmente
	Remover a espuma formada na superfície do reator e acondicionar em sacos plásticos para lixo, sendo encaminhado através do caminhão de lixo da cidade para o aterro sanitário	regularmente	Esporadicamente
	Proceder limpeza do lodo em excesso, através de empresas especializadas e licenciadas	De 2 em 2 anos	não acontece
	Inspecionar a linha de gás para descobrir eventuais vazamentos e/ou entupimentos	semanalmente	Semanalmente
Reator de lodos ativados	Fazer manutenção preventiva nos motores e na parte mecânica dos equipamentos	semanalmente	Semanalmente
	Aeração. Detecção: A espuma desaparece quando os aeradores são desligados. Controle: ajustar a aeração de forma que a espuma fique restrita ao reator	semanalmente	Semanalmente
Decantador Secundário	Fazer manutenção preventiva nos motores e na parte mecânica dos equipamentos	regularmente	não acontece
Tratamento de Odores e Desinfecção			
Lavador de Gás	Inspecionar a linha de gás para descobrir eventuais vazamentos e/ou entupimentos	semanalmente	Semanalmente
Clorador	Verificação das pastilhas de Cloro Ativo na "câmara de erosão"	diariamente	Semanalmente
	Inspecionar a linha de gás para descobrir eventuais vazamentos e/ou entupimentos	semanalmente	Semanalmente

Fonte: Autora, 2023

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final do trabalho, foi possível caracterizar e compreender o funcionamento da ETE IFMG-GV. Por meio dos resultados de monitoramento, observa-se que a estação apresentou no geral resultados satisfatórios para remoção da DBO e DQO, exceto para última campanha, que tem como justificativa o período de recesso escolar, que acarreta o menor fluxo de pessoas no Instituto. A amostra dessa campanha de coleta apresentou visualmente pouco teor de sólidos, com pouca cor, turbidez e baixo odor característico. Para os parâmetros de fósforo e nitrogênio, observa-se no efluente tratado alta concentração desses compostos. Portanto, é necessário adotar ações para reduzir a concentração destes compostos. Também é necessário continuar o monitoramento considerando que DN COPAM-CERH/MG nº 08/2022 apresenta o nitrogênio amoniacal total como condição de padrão. Além disso, a DN COPAM-CERH/MG nº08 prevê que as estações de tratamento sanitárias já instaladas devem se adequar ao parâmetro. É importante ressaltar, que a legislação pertinente ao Estado de Minas Gerais está sendo mais restritiva, uma vez que a legislação a nível federal, isto é, a Resolução CONAMA 430/2011 não atribui a obrigatoriedade as estações de tratamento sanitário a exigência do padrão de lançamento para o nitrogênio amoniacal. Para a remoção do nitrogênio, recomenda-se a instalação do sistema nitrificação-desnitrificação. De modo geral, os resultados de monitoramento apresentaram resultados regulares, mas é necessário observar a concentração da DQO, DBO e sólidos. Referente à DQO e DBO, a concentração ultrapassa o máximo exigido, por outro lado, a remoção atinge ao valor mínimo exigido pela legislação. Referente a vazão atual da estação, verifica-se um aumento, pois o fluxo de pessoas aumentou conforme a demanda de novos cursos na instituição de ensino.

Para futuros trabalhos, sugere-se que mantenha o monitoramento da estação, e realize ajustes, como controle dos fatores que favorecem o processo de nitrificação. Deve-se observar e controlar a concentração de oxigênio.

Recomenda-se para redução dos fósforos, analisar a viabilidade da obtenção da Bactéria *poli-P* seja implementado ao sistema de tratamento de esgoto IFMG-GV. Além disso, controlar a concentração de sólidos no efluente final, tendo em vista que há relação diretamente proporcional entre sólidos e fósforos. Para os sólidos, deve-se analisar a viabilidade dos sólidos por meio da filtração ou flotação. É importante ressaltar, que observou em certas campanhas de amostragens concentrações superior ao permitido pela legislação estadual mineira para os sólidos. Desse modo, monitorando a concentração de sólidos, conseqüentemente espera-se o controle do fósforo. Para futuro trabalhos, recomenda-

se também realizar estudos certificando a relação de remoção do fósforo através dos sólidos. Sendo possível correlacionar através de expressões algébricas os valores de concentrações.

Futuramente, recomenda-se realizar o monitoramento para o lodo com objetivo de verificar se o resultado se mantém constante para lodo, caso contrário analisar o aumento ou decaimento do índice. Ademais, observou-se que o manual de operação da estação apresenta frequência diferente em relação ao que foi estimulado durante o projeto de construção. Recomenda-se aumentar a ocorrência de monitoramento. Posteriormente, realizar uma série de dados dos monitoramentos dos padrões e condições de lançamento de efluentes sanitário. Uma proposta é atualizar o memorial, adicionando novas atividades operacionais. Além disso, modificar o prazo de frequência do monitoramento e controle da estação, assim a estação de tratamento deve-se encontrar mais adequada conforme o seu estado atual. E periodicamente, realizar uma atualização do manual.

O monitoramento do sistema de tratamento de esgoto IFMG-GV pode ser realizado através dos projetos de extensão da própria instituição. O projeto de extensão possibilitará ao estudante aplicar os conhecimentos vistos em sala de aula na prática.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº. 11.445, de 05 de janeiro de 2007.** Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm. Acesso em 14 jun 2022.

BRASIL. **Lei nº. 14.026, de 15 de julho de 2020.** Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço desaneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados. Diário Oficial da União, Brasília, 16 jul. 2020 b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm#art7. Acesso em: 26 jan.2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução Nº 430 de 13/05/2011** (Federal) - Dispõe sobre as 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 - CONAMA. 2011. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=114770> Acesso em: 10 dez. 2022

CABRAL, L. N., & CÂNDIDO, G. A. (2019). Urbanização, vulnerabilidade, resiliência: relações conceituais e compreensões de causa e efeito. *urbe*. Revista Brasileira de Gestão Urbana, 11, e20180063. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/urbe/a/b6W57J68KwHWXbbHRGvG8gG/?format=pdf&lang=pt> . Acesso em 07.01.2023

CARDOSO, OLÍVIA. USO DE BIORREMEDIADORES EM UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES SANITÁRIOS.2020 Disponível em: <<https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/15317/1/Relat%c3%b3rio%20de%20Est%c3%a1gio%20-%20Final.pdf>> Acesso em 28 de jul. 2022.

FOCO, Mario Luiz Rodrigues; LOPES, Guilherme Pio dos Reis; NOUR, Edson Aparecido Abdul. Remoção de nitrogênio em sistema combinado anóxico-aeróbio com biomassa imobilizada. **Itrogen removal in combined anoxic-aerobic system with imobilized biomass**, Campinas, 25 mar. 2014. DOI: 10.1590/S1413-41522015020000121276. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/jZZf4DBzBxqwMskdSYwt95c/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 27 jan. 2023.

FY EQUIPAMENTOS. MAGALHÃES, Márcio Augusto (Org). Sistema de Tratamento de Esgoto Sanitário: ETE do Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Governador Valadares (MG). Governador Valadares: 2014.

GARCIA, Marcelo. Avaliação comparativa de desempenho operacional de ETEs do município de Blumenau. 2017. Disponível em:
<<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/176192>>. Acesso em 10 de jul. 2022.

GONÇALVES, ÂNGELA. Conheça os danos causados pelos efluentes não tratados. Disponível em: <https://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/bid/350779/conheca-os-danos-causados-pelos-efluentes-nao-tratados#:~:text=O%20esgoto%20dom%C3%A9stico%2C%20por%20exemplo,tamb%C3%A9m%20desequilibra%20o%20ecossistema%20local.>>. Acesso em: 25. agos.2022

JATOBÁ, Sérgio. **Urbanização, Meio Ambiente E Vulnerabilidade Social**. 2011. Disponível em:
https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5567/1/BRU_n05_urbanizacao.pdf. Acesso em :07.01.2023

JORDÃO, Eduardo Pacheco; PESSÔA, Constantino Arruda. **Tratamento de esgotos domésticos**. 6. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2011. xxv, 969 p. ISBN 9788570221698

MIKI, Marcelo; CHEN, Guanghai; EKAMA, George, LOOSDRECHT, Mark; BRDJANOVIC, Damir. **Tratamento Biológico de Esgoto: Princípios, Modelagem e Projeto, 2ª edição**. Disponível em: <https://iwaponline.com/ebooks/book/858/Tratamento-Biologico-de-EsgotoPrincipios-Modelagem> Acesso: 06.jan.2023.

MINAS GERAIS. Deliberação Normativa COPAM N° 08, 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. Disponível em: < <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=56521>>. Acesso em: 06 jan.. 2023.

MOTA, Suetônio. **Introdução à engenharia ambiental**. 4º Edição. Rio de Janeiro: Expressão Gráfica, 2010.

NUVOLARI, Ariovaldo (Coord.). **Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reúso agrícola**. 2. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Edgard Blücher, C2011. 565 p. ISBN 9788521205685

SILVA, Guilherme Henrique Dias *et al.* ASPECTOS DA SEGURANÇA DO TRABALHO APLICADOS NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO(ETE) DO IFMG-CAMPUS GOVERNADOR VALADARES. [S. l.], p. 1-13, 23 nov. 2020. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2020/I-006.pdf>. Acesso em: 5 set. 2022

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4º Edição. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.

VON SPERLING, Marcos. **Lodos Ativados**. Vol 4º Edição. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais. 2ª edição ampliada. 2002. 428p.