

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO ESGOTO BRUTO E DO EFLUENTE TRATADO NA ETE DO IFMG – CAMPUS GOVERNADOR VALADARES

Gabriela Oliveira Ferreira¹; Karina Bicalho Ervilha do Nascimento Campos²; Arnaldo Jose Cambraia Neto³; Déborah Neide de Magalhães Praxedes⁴

1 Gabriela Oliveira Ferreira, Bolsista (IFMG), Engenharia Ambiental e Sanitária, IFMG Campus Governador Valadares, Governador Valadares - MG; gabrielaofmartins@gmail.com

2, Karina Bicalho Ervilha do Nascimento Campos, Técnica de Laboratório, IFMG Campus Governador Valadares, Governador Valadares - MG

3 Arnaldo Jose Cambraia Neto, Professor, IFMG Campus Governador Valadares, Governador Valadares - MG

4 Déborah Neide de Magalhães Praxedes, Orientadora, Pesquisadora do IFMG Campus Governador Valadares; deborah.magalhaes@ifmg.edu.br

RESUMO

Os despejos oriundos de residências, edificações públicas e comerciais que contenham cozinhas, aparelhos sanitários e lavanderias são denominados esgotos domésticos ou sanitários, e o lançamento destes sem tratamento em corpos d'água superficiais pode causar impactos negativos à qualidade da água. O esgoto gerado durante as atividades diárias no IFMG *campus* Governador Valadares é totalmente tratado em uma ETE instalada em suas dependências, desde o ano de 2016. Visando conhecer o seu funcionamento e definir práticas que otimizam a sua operação, esse projeto teve como objetivo monitorar parâmetros físicos e químicos do esgoto bruto e do efluente tratado da ETE IFMG *campus* Governador Valadares. As amostragens foram realizadas durante o ano de 2019 e no início de 2020, tendo sido interrompidas em decorrência da pandemia de Covid 19. As análises foram conduzidas no laboratório de química do campus Governador Valadares, e foram analisados os seguintes parâmetros: DBO_{5, 20}, DQO, pH, condutividade elétrica, nitrogênio total, amoniacal e nitrato, fósforo total e sólidos totais, fixos e voláteis. Os resultados obtidos sugerem que o seu funcionamento da ETE tem sido satisfatório com relação à Resolução CONAMA 430/2011, no que tange aos padrões de lançamento do efluente nos corpos hídricos. No entanto, devido à interrupção do monitoramento, não se sabe se a eficiência global do tratamento se mantém ao longo do tempo, além de não se conhecer o impacto dos finais de semana e feriados no funcionamento da ETE, quando a carga orgânica afluyente é menor devido à diminuição do fluxo de usuários do *campus*. Como resultado, iniciou-se a implementação de um banco de dados com os parâmetros físicos e químicos dos esgotos bruto e tratado da ETE, para possibilitar a implementação de pesquisas futuras, contribuição do entendimento de seu funcionamento e identificação de possíveis ajustes dos critérios de manejo. Portanto, a paralisação das atividades no campus durante a pandemia não permitiu que fossem obtidos dados mais robustos do monitoramento, havendo a necessidade da continuidade do mesmo.

PALAVRAS-CHAVE: Esgoto doméstico, ETE em instituições de ensino, poluição hídrica.

INTRODUÇÃO:

Um dos grandes problemas ambientais da atualidade tem sido a degradação da qualidade dos recursos hídricos devido ao lançamento de esgotos sanitários e despejos industriais sem o devido tratamento nos corpos hídricos (BRAGA, *et al.*, 2005). Esses efluentes são constituídos de substâncias orgânicas e inorgânicas, e, mesmo após o tratamento que os deixem em condições que atendam à legislação pertinente, ainda podem conter substâncias nocivas à vida aquática nos corpos hídricos receptores (CARDOSO; LUCA, 2004).

Os despejos oriundos de residências e edificações públicas e comerciais que concentram cozinhas, aparelhos sanitários e lavanderias são denominados esgotos domésticos. O lançamento destes sem tratamento em cursos d'água superficiais causam impactos negativos à qualidade da água referente aos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, e podem ter efeitos deletérios à comunidade aquática, além de expor a riscos à população abastecida pela água oriunda destes cursos d'água (MOTA, 2010).

As Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) são constituídas de unidades de tratamento dispostas em sequência, formando um conjunto de tanque interligados por canalizações, nas quais ocorrem operações de separação de fases (sólida, líquida e gasosa) e processos de conversão dos poluentes em compostos inócuos ou em substâncias mais facilmente removíveis da massa líquida (FORESTI, 2013). Nessas unidades, portanto, ocorrem operações de ordem física e processos químicos e biológicos que vão contribuir para a diminuição da carga poluente dos esgotos.

O esgoto gerado durante as atividades diárias no IFMG *campus* Governador Valadares é totalmente tratado em uma ETE instalada em suas dependências (Figura 1), desde o ano de 2016, a qual foi adquirida por meio de financiamento via edital de pesquisa aplicada, constituindo-se em uma unidade piloto para pesquisas na área de saneamento (IFMG, 2019). O efluente tratado nesta unidade é lançado na rede coletora local e posteriormente destinado ao rio Doce.

Figura 1: Vista parcial da estrutura da ETE do IFMG *campus* Governador Valadares



Fonte: Alves, 2019.

A ETE do IFMG *campus* Governador Valadares realiza o tratamento do esgoto em nível secundário, ou seja, objetiva a remoção da carga orgânica por meio de processos biológicos de tratamento, combinando um Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente (RAFA, ou *Upflow Anaerobic Sludge Blanket* – UASB, em inglês) seguido de um sistema de Lodos Ativados, composto por um Tanque de Aeração (TA) e um decantador secundário em sequência. Após o decantador secundário, o efluente passa por um lavador de gás, cuja função é a mistura do biogás, gerado anaerobicamente no reator UASB, com o fluxo do efluente que é encaminhado para uma unidade de tratamento terciário, X Seminário de Iniciação Científica do IFMG – 13 a 15 de junho de 2022, Planeta IFMG.

o tanque de contato ou clorador (atualmente inoperante), que tem a finalidade de efetuar a oxirredução do gás sulfídrico e eliminar organismos patogênicos (FY EQUIPAMENTOS, 2014). Após o tanque de contato o efluente é lançado na rede pública coletora de esgotos. O esgoto do campus é gerado por uma população de 940 usuários do *campus*, incluídos os corpos docente e discente, técnicos administrativos e terceirizados (IFMG,2019).

Visando realizar o monitoramento de ETEs e estimar a sua eficiência, tendo como propósito adequar o lançamento a uma qualidade desejada, é elementar monitorar alguns parâmetros físicos, químicos e biológicos do esgoto bruto na entrada da estação e do efluente tratado na saída da mesma. Dessa forma, considera-se necessário discorrer brevemente sobre algumas características desses parâmetros: a *temperatura* deve oferecer condições ideais para as reações bioquímicas durante a remoção de poluentes, de forma que possui nobre influência na atividade microbiana, na solubilidade de gases, na velocidade das reações químicas e na viscosidade do líquido; a *condutividade elétrica* está relacionada à presença de íons dissolvidos na água e, deste modo, quanto maior a concentração de íons, maior será a capacidade da água em conduzir corrente elétrica; o *pH (Potencial Hidrogeniônico)*, variando na escala de 0 a 14, consiste em um indicador das características ácidas ou básicas do esgoto; a *Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_{5, 20})* é a medida indireta da matéria orgânica de uma amostra, sendo uma medida do oxigênio consumido pelos microrganismos na oxidação bioquímica da matéria orgânica, a uma temperatura constante de 20 °C durante um período de 5 dias de incubação; já a *Demanda Química de Oxigênio (DQO)* representa a oxidação química da matéria orgânica, em meio ácido, obtida através de um forte oxidante (dicromato de potássio); por fim os *sólidos*, que indicam a concentração de partículas sólidas em suspensão (SST) ou dissolvidas (SD) na amostra, englobando também frações fixas (SF) e voláteis (SV), indicando material mineral ou orgânico, respectivamente.

A análise sistemática de parâmetros físico-químicos e biológicos pode trazer informações acerca da eficiência da ETE em sua função de lançar um efluente tratado aos corpos hídricos. Portanto, faz-se necessário efetuar análises amostrais periódicas do efluente em função das diversas variáveis que podem comprometer a eficácia de uma ETE (CALIJURI; CUNHA, 2013; VON SPERLING, 2014).

O monitoramento da ETE do *campus* Governador Valadares já foi realizado de forma esporádica em anos anteriores, e os resultados obtidos indicaram que o seu funcionamento tem sido satisfatório com relação ao atendimento dos parâmetros de lançamento de efluentes constantes na Resolução CONAMA 430/2011. No entanto, não se sabe se a eficiência do tratamento se mantém constante ao longo do tempo devido ao caráter esporádico do monitoramento realizado. Além disso, em finais de semana e feriados, quando o fluxo de pessoas diminui no *campus*, a carga orgânica afluente ao sistema diminui, porém não se sabe como isso impacta o funcionamento da ETE, uma vez que a manutenção da manta de lodo nos reatores depende dessa carga orgânica. Outra questão é com relação à periodicidade de descarte desse lodo dos reatores, que tem sido feito semanalmente às cegas, pela falta de monitoramento da composição e crescimento do mesmo. Também não se tem certeza se a aeração na etapa aeróbia tem sido adequada.

Este trabalho, portanto, objetivou realizar o monitoramento de parâmetros físicos e químicos do esgoto bruto e do efluente tratado na ETE do IFMG campus Governador Valadares, para obter dados sobre o seu funcionamento, eficiência do tratamento e definição de parâmetros técnicos de operação.

METODOLOGIA:

Foram feitas 12 amostragens nos meses março a novembro de 2019, com exceção dos meses de setembro e outubro devido a um problema na bomba da estação elevatória da ETE, e 1 amostragem no mês fevereiro do ano 2020, totalizando 13 campanhas de análises. Em meados do mês de março de 2020 as amostragens foram interrompidas em decorrência da situação de pandemia de COVID 19.

As amostras de esgoto bruto foram coletadas na entrada do reator UASB, após a estação elevatória; as amostras de esgoto tratado foram coletadas na saída do clorador, o qual se encontrava inoperante no período de realização desta pesquisa.

As amostragens e análises foram realizadas durante em dias úteis no turno da manhã, sendo evitadas nas segundas-feiras devido à proximidade do fim de semana, uma vez que o fluxo de pessoas que utilizam as repartições do *campus* é reduzido e, conseqüentemente, é esperada uma redução na carga orgânica afluente. As amostras coletadas foram levadas para o laboratório de química do *campus*, onde foram realizadas as análises. Grande parte das análises eram realizadas no mesmo dia da coleta, e quando não, as amostras eram preservadas para análise posterior.

Os parâmetros físicos e químicos monitorados na ETE *campus* Governador Valadares, juntamente com os respectivos métodos e equipamentos de análise e a periodicidade estão relacionados no Quadro 1.

Quadro 1: Parâmetros, periodicidade de análises, tipo de amostra, métodos e equipamentos empregados na caracterização físico-química e biológica do esgoto bruto e tratado da ETE campus GV.

Parâmetro	Periodicidade	Método	Equipamentos
DBO _{5, 20}	Semanal	Método Respirométrico - Incubação com diluição; 5210D*	Incubadora a 20°C Aparelho medidor de DBO
DQO	Semanal	Refluxo fechado, colorimetria; 5220 D*	Reator de DQO Espectrofotômetro Hach modelo DR 3900
pH	Semanal	Potenciometria 4500-H B*	Medidor multiparâmetro portátil Hach modelo HQ40D - sonda de pH
Condutividade elétrica	Semanal	Condutivimetria 2510 B*	Medidor multiparâmetro portátil Hach modelo HQ40D - sonda de condutividade

Parâmetro	Periodicidade		Método	Equipamentos
Nitrogênio (NTK e N-NH ₃ , NO ₃ ⁺)	Semanal		Kit para análise de nitrogênio 4110 C*	Reator de DQO para digestão da amostra. Espectrofotômetro Hach modelo DR 3900.
Fósforo total	Semanal		Kit para análise de fósforo 4500-P F*	Espectrofotômetro Hach modelo DR 3900.
Sólidos	ST	Quinzenal	2540 D*	Balança de precisão, estufa para secagem, banho Maria.
	SF e SV	Quinzenal	2540 E*	Balança de precisão, estufa para secagem, banho Maria, Mufla
	SST	Quinzenal	2540 B*	Balança de precisão, estufa para secagem, banho Maria, Mufla

*Métodos realizados segunda APHA et al., 2012.

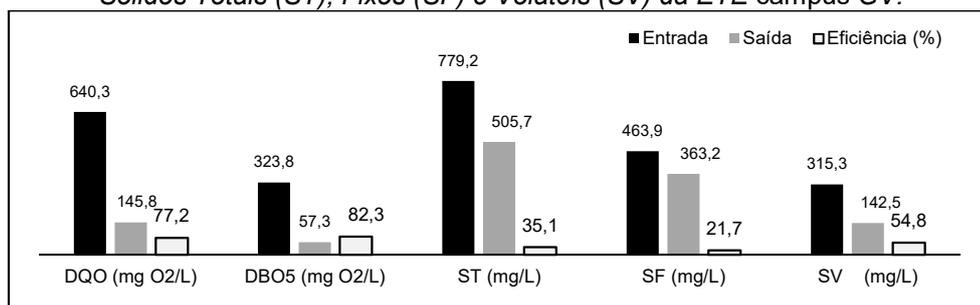
RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Os valores médios do monitoramento dos parâmetros são apresentados nas Figuras 2, 3, 4 e 5.

Diante desses resultados obtidos é necessário discorrer sobre a eficácia de cada parâmetro, uma vez que essas análises estão ligadas ao funcionamento da ETE e seu desempenho para adequação à resolução vigente – Resolução nº CONAMA 430/2011 na qual dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes.

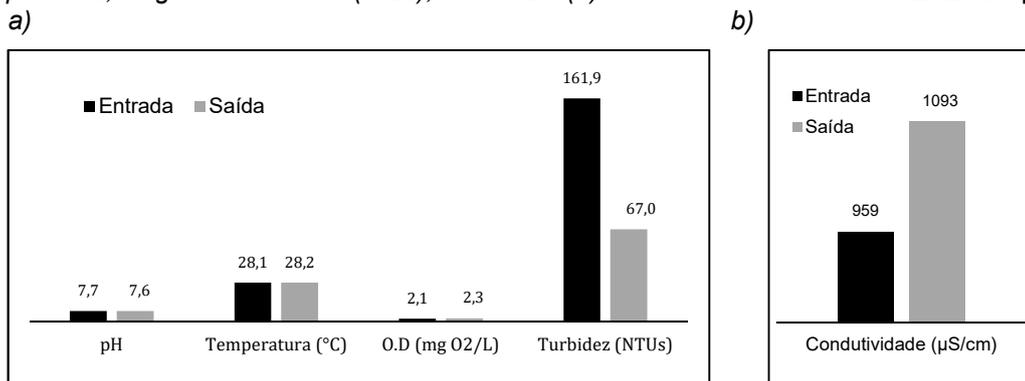
Observa-se que no período de monitoramento, os valores referentes à eficiência de remoção de DQO e DBO (Figura 2) foram satisfatórios em acordo com a resolução no qual o valor máximo de DBO é 120 mg/L ou remoção mínima de 60%, ou seja, nesse período tais parâmetros atenderam às condições de lançamento. Observa-se também, que os valores médios de sólidos voláteis estão condizentes com os relatados anteriormente. Assim, mostra-se uma relação entre os mesmos, fazendo-se necessário um acompanhamento maior para entender a dinâmica de produção de lodo pelo sistema e, conseqüentemente, o seu manejo.

Figura 2: Valores médios (n=13) do monitoramento do esgoto bruto e tratado e eficiência de remoção dos parâmetros Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅) e Sólidos Totais (ST), Fixos (SF) e Voláteis (SV) da ETE campus GV.



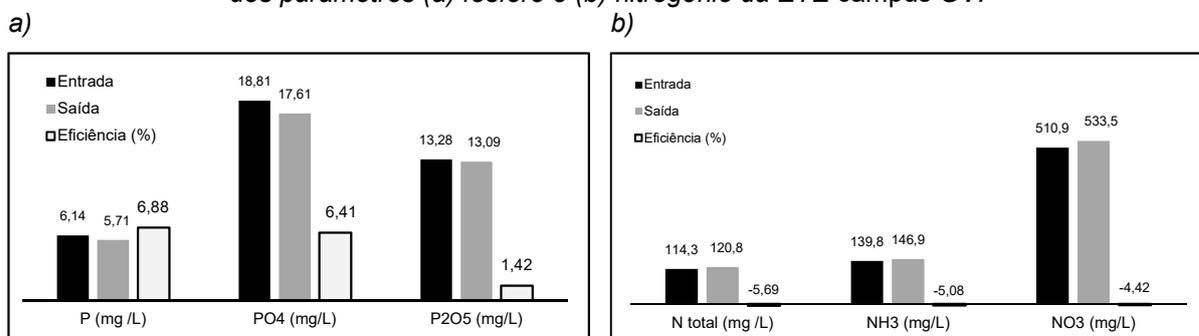
No mesmo raciocínio se vale a condutividade elétrica do efluente e sólidos fixos. A turbidez, juntamente com os sólidos totais analisados no período apresentam coerência nos resultados, porém, necessita de uma avaliação mais apurada que auxiliará na gestão do lodo.

Figura 3: Valores médios ($n=13$) do monitoramento do esgoto bruto e tratado dos parâmetros (a) pH, temperatura, oxigênio dissolvido (O.D.), turbidez e (b) condutividade elétrica da ETE campus GV.



Por fim, para as análises quanto ao fósforo total e nitrogênio total (Figura 4, a e b, respectivamente) foram realizadas apenas 5 amostragens, constando pouca eficiência de remoção, chegando a haver incremento no teor das formas de nitrogênio analisadas, principalmente N-NH₃, indicando baixa eficiência do tratamento aeróbio por lodos ativados (VON SPERLING, 2014). Tais parâmetros não apresentam valores máximos para lançamento na Resolução CONAMA 430/2011, para sistemas de tratamento de efluentes domésticos, embora elevados teores destes podem levar o corpo hídrico receptor à eutrofização (VON SPERLING, 2014).

Figura 4: Valores médios ($n=5$) do monitoramento do esgoto bruto e tratado e eficiência de remoção dos parâmetros (a) fósforo e (b) nitrogênio da ETE campus GV.



O pequeno número de campanhas realizadas para esses parâmetros, motivado inicialmente pela falta de reagentes e, por fim, pela paralização do monitoramento, não auxiliou para que se tivessem conclusões mais precisas a respeito do motivo dos valores de eficiência reduzidos.

CONCLUSÕES:

Diante dos fatos expostos, tem-se que a ETE do IFMG *campus* Governador Valadares apresentou eficácia satisfatória no que tange ao tratamento secundário visando à remoção de matéria orgânica no período analisado. Porém, a interrupção das campanhas de monitoramento impediu que conclusões mais precisas fossem identificadas e a definição de parâmetros de operação, como aeração, descarte de lodo, entre outros. Assim, torna-se necessária a continuidade do monitoramento sistemático do seu funcionamento, o que refletirá em uma base de dados concretos mais robustos que irão permear outros estudos quanto a gestão e dos efluentes gerados no *campus*. Dessa forma, a ETE cumprirá sua função social e contribuirá para a melhoria da qualidade dos recursos hídricos.

REFERÊNCIAS:

BRAGA, Benedito et al. Introdução à Engenharia Ambiental: O desafio do desenvolvimento sustentável. 2ª edição. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária; Pearson Prentice Hall, 2005.

CARDOSO, L.; LUCA, S. J. Toxidez de efluentes municipais biologicamente tratados e desinfetados com hipoclorito e ferrato de sódio. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 9, n. 1, p. 26-29, 2004.

FORESTI, Eugenio. Tratamento de Esgoto. In: CALIJURI, Maria do Carmo; CUNHA, Davi Gasparini Fernandes (coord.). Engenharia Ambiental: Conceitos, Tecnologia e Gestão. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. cap. Capítulo 18, p. 455-475.

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.

INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS – IFMG-GV CAMPUS GOVERNADOR VALADARES. Campus Valadares prima pelo exemplo na área ambiental. 2019. Disponível em: <<https://www2.ifmg.edu.br/governadorvaladares/noticias/Campus-valadares-prima-pelo-exemplo-na-area-ambiental>>. Acesso em: 22 maio 2020.

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

CALIJURI, Maria do Carmo; CUNHA, Davi Gasparini Fernandes (coord.). Engenharia Ambiental: Conceitos, Tecnologia e Gestão. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. 789 p.

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