

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE REÚSO NÃO POTÁVEL DA ÁGUA NO IFMG CAMPUS GOVERNADOR VALADARES

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.14.23.IX-017>

Gabriela Oliveira Ferreira (*), Rayssa de Oliveira Assis, Déborah Neide de Magalhães Praxedes, Karina Bicalho Ervilha Nascimento Campos

* Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) campus Governador Valadares. e-mail: gabrielaofmartins@gmail.com

RESUMO

Os despejos oriundos de residências e edificações públicas e comerciais que concentram cozinhas, aparelhos sanitários e lavanderias, são denominados esgotos sanitários, e o lançamento destes sem tratamento em corpos d'água superficiais causam impactos negativos à qualidade da água. A redução do potencial poluidor do esgoto doméstico poder ser realizada em Estações de Tratamento de Esgotos (ETE). Os efluentes tratados em ETE podem ser utilizados de forma indireta ou direta, sendo este denominado água de reúso. O esgoto produzido durante as atividades diárias no IFMG *campus* Governador Valadares é tratado em uma ETE instalada em suas dependências desde o ano de 2016. Nesse sentido, esta pesquisa objetiva avaliar o potencial de reúso não potável da água no IFMG *campus* Governador Valadares, após o tratamento do esgoto na ETE, por meio do monitoramento de parâmetros físicos, químicos, biológicos e da toxicidade do efluente à *Lactuca sativa* (semente de alface). Até o momento da apresentação deste trabalho, tem-se que a ETE do IFMG-GV apresentou eficiência satisfatória, alcançando 77,2 e 82,3% de remoção de DQO e DBO, respectivamente, atendendo a legislação pertinente ao lançamento de efluentes. A cloração com pastilha de hipoclorito de cálcio se mostrou ineficiente, porém alcançou 100% de inativação de coliformes e *Escherichia coli* no tempo de 30min. em teste de bancada, sugerindo a necessidade de ajustes na estrutura do clorador para adequar a difusão do desinfetante e o tempo de contato. Foi realizado o levantamento das demandas de uso não potável da água no *campus* e classificação do efluente tratado quanto aos possíveis usos, de acordo com as exigências legais para tal. Pretende-se, ao final dessa pesquisa, elaborar um plano/projeto de reúso da água no *campus*, considerando a viabilidade técnica, operacional e econômica.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de Esgoto, ETE, esgoto sanitário, cloração, desinfecção, água de reúso.

INTRODUÇÃO

Os despejos oriundos de residências, edificações públicas e comerciais que provêm de cozinhas, sanitários e lavanderias são denominados esgotos sanitários ou domésticos, podendo ser segregados em águas cinzas (lavatório, chuveiro, tanque e máquina de lavar roupa) e águas negras (vaso sanitário e pia de cozinha).

A redução do potencial poluidor do esgoto doméstico pode ser realizada em Estações de Tratamento de Esgotos (ETE), que são constituídas de unidades de tratamento dispostas em sequência, formando um conjunto de tanques 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). Após o tratamento, o principal destino do efluente tratado, no Brasil, é o seu despejo em um corpo hídrico receptor, estando disponível para ser novamente captado, tratado e utilizado nas diversas atividades humanas. Em outras palavras, ocorre o reúso indireto da água (BRAGA 2005).

A degradação dos corpos d'água é um dos principais fatores que têm levado à situação de escassez desse recurso, e tornado o tratamento de água para abastecimento cada vez mais caro, requerendo maiores investimentos para deixar a água em condições de consumo para uma população crescente (MAGALHÃES; BARBOSA JÚNIOR, 2019). Neste contexto, a utilização da água potável em atividades que não demandam tal qualidade pode ser considerada um desperdício de recursos.

Uma das formas de mitigar a poluição hídrica e os custos com o tratamento da água seria o seu reúso direto, ou seja, “uso direto de efluente tratado, de forma planejada, e que atende a padrões de qualidade e às boas práticas exigidas para o uso pretendido, sem lançamento ou diluição prévia em corpos de água e meio ambiente” (MINAS GERAIS, 2020).

Diversas são as possibilidades e maneiras de reúso direto da água, a depender de características, condições e fatores locais, levando-se também em consideração a qualidade do efluente após o tratamento, a segurança sanitária na utilização desse efluente (BRAGA 2005). Alguns tipos de reúso são na agricultura, usos urbanos e domésticos não potáveis, como lavagem de vias e pátios, reservas de proteção contra incêndios e descarga em bacias sanitárias.

O esgoto gerado durante as atividades diárias no IFMG *campus* Governador Valadares (IFMG-GV) é totalmente tratado em uma ETE instalada em suas dependências, 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 no *campus*. Embora esta ETE seja equipada com uma unidade de tratamento terciário para a desinfecção, o efluente tratado, inicialmente estimado em 16 m³/dia, é lançado na rede coletora local e posteriormente destinado ao corpo hídrico

receptor, não havendo o aproveitamento direto do mesmo em nenhuma atividade. Entretanto, recentemente foi calculado uma estimativa da vazão da ETE, uma vez que desde a sua instalação o número de usuários aumentou. Para o novo cálculo, foi considerada a projeção populacional do *campus* de 1.228 usuários, obtendo como resultado para vazão máxima de 56,16 m³/dia (ASSIS, 2023).

A ETE IFMG-GV (Figura 1) 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) seguido de um sistema de Lodos Ativados, composto por um Tanque de Aeração (TA) e um decantador secundário e linha de reciclo do lodo 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, o tanque de contato ou clorador, que possui 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 1.176 usuários do campus, incluídos os corpos docente e discente, técnicos administrativos e terceirizados.



Figura 1: Vista parcial da estrutura da ETE do IFMG *campus* Governador Valadares. Fonte: Autor do Trabalho.

No contexto da utilização da água nas dependências do *campus* são percebidas oportunidades de reúso direto da água em diversas atividades, como limpeza dos espaços e vias, irrigação das áreas verdes e descargas sanitárias. Nesse sentido, essa pesquisa, que ainda se encontra em andamento, objetiva avaliar o potencial de reúso não potável da água no *campus* da instituição após o tratamento do esgoto na ETE.

OBJETIVOS

Esta pesquisa apresenta como objetivo geral avaliar o potencial de reúso não potável da água do IFMG campus Governador Valadares, após o tratamento do esgoto na ETE do *campus*, tendo como objetivos específicos as seguintes etapas:

- Realizar o monitoramento de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos do esgoto bruto e do efluente tratado na ETE;
- Verificar se o efluente tratado está de acordo com os padrões de lançamento preconizados pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG N° 08/2002 e CONAMA 430/11;
- Avaliar o processo de desinfecção do efluente tratado a partir da aplicação de pastilha de hipoclorito de cálcio, visando seu reaproveitamento não potável;
- Realizar o monitoramento da toxicidade do efluente tratado à *Lactuca sativa*, antes e após a cloração;
- Classificar o efluente tratado quanto às possibilidades de reúso, à luz da legislação pertinente;
- Fazer um levantamento das demandas de uso de água não potável no *campus* da instituição;
- Elaborar um plano de reúso da água no *campus* Governador Valadares, considerando a viabilidade técnica, operacional e econômica

METODOLOGIA

A fim de atender aos objetivos propostos, foram realizadas, até a apresentação deste trabalho, 13 campanhas de monitoramento da caracterização do esgoto bruto e do efluente tratado na ETE do IFMG-GV, por meio de análises de parâmetros físicos e químicos no Laboratório de Química do *campus*, com a finalidade de verificar a eficiência do

tratamento, com relação à remoção de DQO, DBO, nitrogênio e fósforo. 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, além de amostras coletadas antes do clorador para avaliar a desinfecção. As amostragens e análises foram realizadas durante em dias úteis no turno da manhã, sendo evitadas as 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, químicos e biológicos monitorados no afluente e efluente da ETE do *campus*, bem como os métodos e equipamentos utilizados estão relacionados no **Quadro 1**, a seguir:

Quadro 1. Parâmetros, Tipo de Amostra, Métodos e Equipamentos Empregados na Caracterização Física, Química e Biológica do Esgoto Bruto e Tratado Da ETE *campus* GV. Fonte: *APHA et al., 2012.

Parâmetro	Amostra	Método	Equipamento
DBO _{5,20}	Esgoto bruto e efluente tratado	Incubação com diluição	Incubadora a 20°C. Aparelho medidor de DBO
DQO	Esgoto bruto e 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 total	Esgoto bruto e efluente tratado	Kit para análise de nitrogênio	Reator de DQO para digestão da amostra. Espectrofotômetro Hach modelo DR 3900.
Fósforo total	Esgoto bruto e efluente tratado	Método do cloreto estansoso	Espectrofotômetro Hach modelo DR 3900.
Sólidos (ST, STF, STV, SST)	Esgoto bruto e efluente tratado	2540 D*, 2540 E* e 2540 B*	Balança de precisão, estufa para secagem, banho Maria, mufla
Coliformes totais e <i>Escherichia coli</i>	Efluente do decantador secundário e do clorador	Colilert®	Autoclave, incubadora, seladora

Além disso, serão executadas análise de ovos viáveis de helmintos no efluente clarificado, em atendimento à DN CERH-MG nº 65/2020 e a análise ecotoxicológica do efluente tratado, antes e após a cloração, à semente de alface, *L. sativa*, para avaliar possíveis efeitos toxicológicos no uso direto na fertirrigação. A metodologia a ser aplicada terá como base a normativa 850 da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (US EPA, 1996).

RESULTADOS

Esta pesquisa está em execução, sendo que, até o momento de envio desse trabalho, haviam sido feitas análises de parâmetros físicos, químicos em amostras de esgoto bruto e efluente tratado, e *E. coli* no efluente tratado após cloração com pastilha de hipoclorito de cálcio no tanque de contato.

Observa-se que no período de monitoramento, os valores referentes à eficiência de remoção de DQO e DBO (Figura 2) foram satisfatórios (77,2 e 82,3%, respectivamente) em acordo com a resolução em que 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.

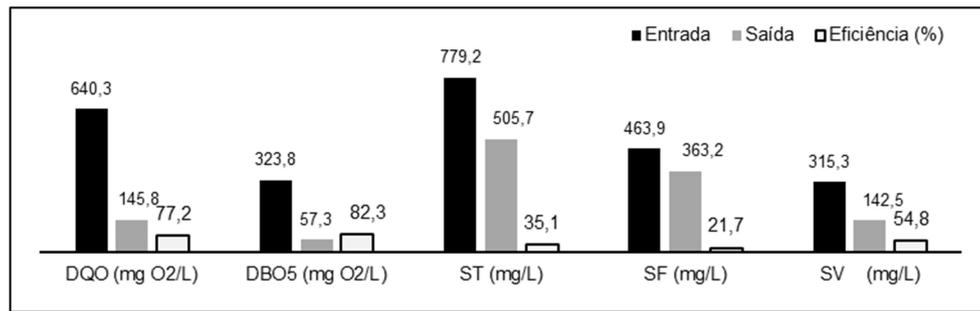


Figura 2: Valores médios (n=13) do monitoramento do esgoto bruto e tratado e eficiência de remoção dos parâmetros Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅) e Sólidos Totais (ST), Fixos (SF) e Voláteis (SV) da ETE *campus*. Fonte: Autor do Trabalho.

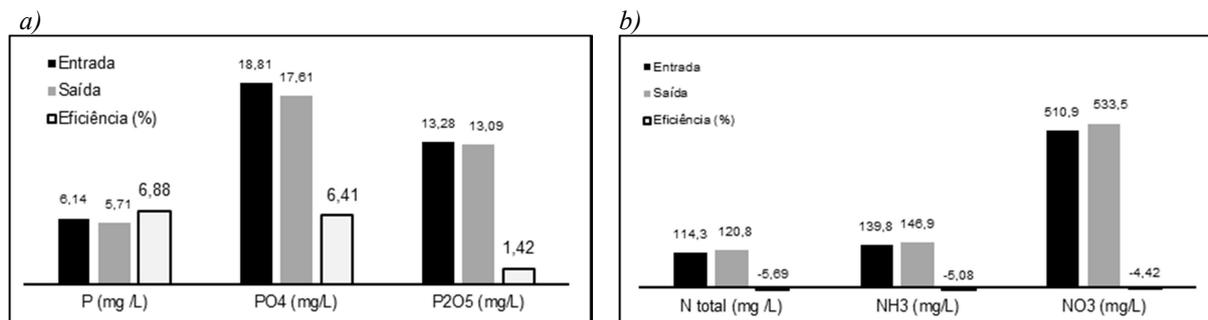


Figura 3: Valores médios (n=5) do monitoramento do esgoto bruto e tratado e eficiência de remoção dos parâmetros (a) fósforo e (b) nitrogênio da ETE *campus*. Fonte: Autor do Trabalho.

Quanto aos parâmetros fósforo total e nitrogênio total (Figura 3, a e b, respectivamente), constatou-se 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).

Por fim, os resultados parciais (Figura 2 e Figura 3) têm mostrado que, com relação aos parâmetros analisados, o esgoto tratado na ETE está atendendo à legislação pertinente para lançamento no corpo hídrico receptor, com exceção do nitrogênio.

A cloração do efluente tratado com pastilha de hipoclorito de cálcio até o momento se mostrou ineficiente na inativação de *E. coli*. Foi feito um ensaio de bancada de tempo de contato do efluente tratado com pastilha de hipoclorito de sódio, em que se alcançou a inativação total de coliformes e *E. coli* nos primeiros 30min.

Portanto, serão necessários ajustes na vazão afluente ao tanque de contato para tornar a cloração mais eficiente.

As próximas etapas incluem o ajuste do processo de cloração, a análise ecotoxicológica do efluente clorado com semente de alfaca (*L. sativa*), análise de ovos viáveis de helmintos e elaboração de um plano para prever o armazenamento e reúso da água no *campus*.

Está sendo feito um levantamento das demandas do *campus* para possível aplicação da água de reúso. Atualmente o IFMG/GV possui 1.176 usuários e possui estrutura organizada em: 01 bloco de ensino, 01 auditório, 01 bloco administrativo, 01 cantina, 01 biblioteca, 03 laboratórios e 01 ginásio. Sendo assim, em todas essas instalações tem-se o consumo hídrico diário e frequente, principalmente no que tange a higienização, descargas sanitárias e irrigação das áreas verdes, sendo que em todas as atividades utiliza-se água potável. A fim de empregar a prática do reúso de água no *campus*, bem como quantificar o consumo hídrico geral do IFMG/GV, foram levantados os dados da média anual do consumo hídrico, com base nas contas de água da companhia local (Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE) dos anos de 2017 a junho de 2023, conforme o Quadro 2.

Quadro 2. Consumo Hídrico IFMG *campus* Governador Valadares (2017 a junho de 2023). Fonte: Autor do Trabalho.

Ano	Consumo (m ³)	Média Anual do Consumo (m ³)
2017	3.733	10,15
2018	2.380	6,41
2019	2.895	7,91
2020	1.296	5,54
2021	1.188	3,26
2022	2.825	8,45
2023	1.419	2,00

Percebe-se que no período entre 2020 e 2021 houve uma redução no consumo hídrico do *campus* devido a paralisação das aulas presenciais em consequência da pandemia da Covid 19. Por outro lado, em 2022 o consumo aumentou de forma considerável, uma vez que as atividades presenciais do *campus* voltaram e devido à obra de drenagem realizada em 2022 e 2023. Vale ressaltar que esses dados são referentes ao consumo hídrico total do IFMG/GV, entretanto, este trabalho objetiva o estudo da possibilidade de emprego do reúso não potável. Sendo assim, diante da realidade atual do *campus*, as utilidades hídricas não portáveis são:

- Higienização dos sanitários e lavagem do bloco de ensino, bloco administrativo e cantina;
- Descargas sanitárias;
- Limpeza do ginásio.

Posto isso, o IFMG-GV necessita da empregabilidade de projetos sustentáveis e renováveis no que tange ao reaproveitamento dos recursos hídricos, uma vez que as demandas são grandes e diárias, além dispor de mecanismos que possibilitam o tratamento de efluentes domésticos e sua utilização futura nas dependências do Instituto.

Ademais, espera-se elaborar um plano de implementação do reúso de água não potável no *campus*, a fim de ressignificar a reutilização da água e promover uma educação socioambiental à população, na qual sabe-se que existe uma certa relutância ao tratar-se desse assunto. Por fim, estima-se a obtenção de banco de dados de parâmetros físicos, químicos e biológicos e ecotoxicológicos dos esgotos bruto e tratado na ETE do *campus*, e disponibilização destes para pesquisas científicas.

CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou resultados parciais do projeto de pesquisa ainda em andamento no IFMG-GV, sobre a possibilidade de reúso não potável da água no *campus*. Até o momento da apresentação deste trabalho, tem-se que a ETE do IFMG-GV apresentou eficiência satisfatória, alcançando 77,2 e 82,3% de remoção de DQO e DBO, respectivamente, atendendo a legislação pertinente ao lançamento de efluentes. A cloração com pastilha de hipoclorito de cálcio se mostrou ineficiente, porém alcançou 100% de inativação de coliformes e *E. coli* no tempo de 30min. em teste de bancada, sugerindo a necessidade de ajustes na estrutura do clorador para adequar a difusão do desinfetante e o tempo de contato.

As próximas etapas preveem a análise da toxicidade a *L. sativa* e elaboração de um projeto para emprego da água de reúso no *campus*, levando sua qualidade em consideração.

Está sendo feito o levantamento das atividades que demandam água sem exigência de qualidade potável para futuro emprego da água de reúso.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, *campus* Governador Valadares, pelo fomento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSIS, R. O. **Proposta de adequação operacional da estação de tratamento de esgoto sanitário do IFMG-GV.** Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária: Governador Valadares/MG. Instituto Federal de Educação, Ciência E Tecnologia De Minas Gerais – Campus Governador Valadares, 2023.
2. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução N° 430 de 13/05/2011 (Federal) - Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução N° 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: 04 jul. 2023.



3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. MAGALHÃES, R. J. F.; BARBOSA JÚNIOR, A. R. **O valor do serviço de proteção de mananciais**. *Eng. Sanit. Ambient.* 24 (05) • Sep-Oct 2019.
7. 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.
8. MINAS GERAIS. Deliberação Normativa CERH-MG N° 65. **Estabelece diretrizes, modalidades e procedimentos para o reúso direto de água não potável, proveniente de Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários (ETE) de sistemas públicos e privados e dá outras providências**. Minas Gerais: Diário do Executivo, 18 de junho de 2020. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=52040>. Acesso em: 10 de março, de 2023.
9. 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.