

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE UMA ESTAÇÃO COMPACTA DE TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO DE PEQUENO PORTE NA UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DA BAHIA

Ítalo Costa Mesquita¹; **Paula Cristiane Souza Aragão**¹; **Rodrigo de Jesus Campos**¹; **Zeca Miranda de Oliveira Sampaio de Almeida**¹; **Maico Chiarelto**²

¹Discente. R. da prainha, nº. 1326 - Morada Nobre, Barreiras - BA, 47810-047. Universidade federal do Oeste da Bahia; ²Docente. R. da prainha, nº. 1326 - Morada Nobre, Barreiras - BA, 47810-047. Universidade federal do Oeste da Bahia

RESUMO

A ausência de sistemas de coleta e tratamento de esgoto acarreta impactos na saúde humana e ambiental, sendo essencial a sua implementação para combater doenças relacionadas à água contaminada. A escolha da tecnologia de tratamento é crucial para resultados adequados, visando à viabilidade econômica e eficiência. Seu monitoramento contínuo é crucial para garantir o funcionamento adequado, identificar falhas e melhorar a qualidade do efluente. Portanto, o estudo avaliou-se a eficiência no tratamento de esgoto sanitário da ETE compacta da Universidade Federal do Oeste da Bahia. A eficiência da ETE foi avaliada por meio de estudos laboratoriais, destacando-se parâmetros como demanda bioquímica de oxigênio, turbidez, cor aparente, sólidos totais, sedimentáveis e dissolvidos totais, pH, condutividade elétrica, coliformes totais e termotolerantes. Os resultados indicaram uma eficiência satisfatória da ETE, com redução significativa de turbidez e sólidos sedimentáveis. O pH permaneceu dentro dos padrões regulatórios, enquanto a dosagem de cloro contribuiu para a redução dos coliformes totais e termotolerantes. A utilização de água residuária tratada pode ser uma alternativa viável, mas ajustes operacionais são necessários para otimizar a eficiência do tratamento. Além disso, a utilização de água residual tratada pode ser benéfica em regiões com escassez hídrica, contribuindo para aspectos socioambientais positivos.

PALAVRAS-CHAVE: ETE compacta; Água Residuária; Ajustes operacionais;;

INTRODUÇÃO

A eficiência no tratamento de esgoto sanitário é uma preocupação essencial na sociedade, devido à importância de devolver a água tratada ao meio ambiente em conformidade com os padrões ambientais. A baixa eficiência nesse processo pode acarretar consequências significativas não apenas para o ecossistema, mas também para a população humana. Portanto, a definição das melhores tecnologias de tratamento de esgoto sanitário, torna-se etapa crucial para a eficiência no tratamento.

A ausência de sistemas de coleta e tratamento de esgoto sanitário acarreta impactos significativos tanto na saúde humana quanto no meio ambiente. Estudos demonstram que a implementação desses sistemas é crucial no combate de doenças relacionadas à água contaminada. Segundo Soares (2002), tais sistemas têm efeitos de longo prazo na saúde, superando em magnitude as intervenções médicas isoladas. Essa constatação ressalta a importância crucial dos sistemas de saneamento na prevenção de doenças e na promoção da saúde pública a longo prazo, destacando a necessidade de considerar esse aspecto ao planejar políticas e infraestruturas de saneamento.

Nesse sentido a escolha da tecnologia para o tratamento é uma etapa fundamental para que os resultados sejam adequados. O custo para implantação e operação de uma estação de tratamento de esgoto (ETE) deve ser economicamente viável, sem gerar prejuízos em sua eficiência e atendimento dos padrões de lançamento. Quando as ETEs apresentam como objetivo final o reuso de esgoto tratado, por exemplo para fertirrigação, a presença de alguns nutrientes pode favorecer tal alternativa, como nitrogênio, fósforo e potássio (BATISTA *et al.*, 2017; MENDONÇA,2017).

O monitoramento contínuo da eficiência das ETEs é crucial para garantir a segurança e o funcionamento adequado de todos os processos envolvidos e detectar eventuais falhas no sistema que podem comprometer a qualidade do efluente tratado. Seguindo a orientação de Metcalf & Eddy (2016), os dados obtidos por meio da análise de amostras desempenham um papel fundamental na implementação de programas e estratégias de gestão de esgoto. Portanto, as técnicas utilizadas em um programa de amostragem devem garantir a obtenção de amostras representativas, fornecendo informações precisas e confiáveis para subsidiar a tomada de decisões e aprimorar continuamente o desempenho das ETEs.

É válido destacar ainda que a utilização de uma água residual tratada pode favorecer regiões que sofrem com grandes estiagens, por exemplo, o semiárido brasileiro que apresenta precipitação média anual inferior a 800mm (MOURA et al., 2007). Ademais, a utilização dessa água pode implicar em aspectos socioambientais positivos.

OBJETIVOS

O objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência de uma Estação Compacta de Tratamento de Esgoto Sanitário (ETE) da Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB).

MATERIAL E MÉTODOS

Local de Estudo

O estudo foi realizado na Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB), Campus Reitor Edgard Santos, município de Barreiras/BA. O Campus conta com o Centro das Ciências Exatas e das Tecnologias com 10 cursos de graduação e três de pós-graduação, Centro das Ciências Biológicas e da Saúde com cinco cursos de graduação e quatro cursos de pós-graduação, e Centro das Humanidades com sete cursos de graduação e três de pós-graduação.

O foco da investigação foi a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) localizada em Barreiras - BA no Campus Reitor Edgard Santos. Essa ETE é caracterizada como uma unidade compacta de tratamento convencional, seguindo um processo sequencial que se inicia com tratamento preliminar (gradeamento e caixa de areia), reator anaeróbio de fluxo ascendente com manta de lodo (UASB), filtro aerado submerso (FAS), decantador tubular, tanque de desinfecção e lançamento em lagoa de armazenamento. A ETE apresenta vazão de projeto de 7 L/s.

Amostragem e Análises Laboratoriais

Foram realizadas quatro coletas durante o período de monitoramento, sendo o estudo dividido em dois períodos distintos: período sem aulas, correspondendo a duas coletas nos dias 28/02 e 06/03 (uma por semana); período com aulas, correspondendo a duas coletas nos dias 13/03 e 20/03 (uma por semana). A variação das coletas teve como objetivo analisar o desempenho da ETE em condições de baixa demanda e durante operação com o fluxo habitual.

As coletas foram realizadas no período vespertino em garrafas de polietileno de alta densidade (PEAD) atóxico, com capacidade de 500 mL, previamente esterilizadas em autoclave. Foram coletadas cinco amostras que representassem a qualidade da água residuária em diferentes pontos do sistema: entrada da estação, reator UASB, FAS, decantador e saída. Essas amostras foram direcionadas ao Laboratório de Saneamento da Universidade para estudo dos seguintes parâmetros: sólidos totais, sólidos dissolvidos, sólidos sedimentáveis, condutividade elétrica, pH, turbidez, cor aparente, demanda bioquímica de oxigênio, e coliformes totais e termotolerantes. Todos os parâmetros seguiram as metodologias descritas por APHA (2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 é possível notar que houve uma eficiência na redução da turbidez entre os períodos com e sem aula. Durante o período sem aulas, houve uma redução de turbidez de cerca de 99%, conforme observado ao comparar os dados de entrada e saída. Por outro lado, durante o período com aulas, a remoção da turbidez alcançou aproximadamente 95% ao comparar os mesmos conjuntos de dados. Segundo Metcalf & Eddy (2016), a adoção de decantadores tubulares pode acelerar a sedimentação em processos de clarificação de alta taxa, oferecendo uma compactação das unidades e economizando espaço. A escolha da tecnologia de tratamento é crucial para otimizar a eficiência de remoção dos sólidos suspensos, como evidenciado pelo decantador tubular utilizado na estação.

Tabela 2 - Dados obtidos em laboratório para parâmetros estudados.

	ST (g/g)	SS (mL/L)	SDT (mg/L)	CE (µS/cm)	Turbidez (UNT)	Cor aparente (uH)	pH	Coli Totais (NPM/100mL)	Coli Termotolerantes (NPM/100mL)
Período sem Aulas									
Entrada	0,1086	5,2	879,0	1607,5	67,6	246,3	8,0	>110000	>110000
UASB	0,0121	1,4	316,0	610,0	16,3	64,5	7,5	-	-
FAS	0,0159	1,7	477,0	901,5	39,5	98,0	7,6	-	-
Decantador	0,0104	0,05	278,5	538,0	2,1	39,6	7,6	-	-
Saída	0,0117	0	280,5	542,5	0,9	23,3	6,4	>110000	>110000
Período com Aulas									
Entrada	0,5270	8,0	1574,5	2,8	117,6	289,8	8,9	>110000	>110000
UASB	-	500,0	790,0	1450,0	347,0	337,0	7,1	-	-
FAS	0,0112	5,2	512,0	964,3	18,5	98,3	7,1	-	-
Decantador	0,0090	0	523,0	978,3	3,3	73,4	7,0	-	-
Saída	0,0095	0	507,0	953,8	6,0	67,8	6,8	15000	15000

Fonte: Autores.

A água residuária ao adentrar no FAS apresenta um aumento na turbidez, condutividade elétrica e cor aparente durante o período sem aulas. Entretanto, no período com aulas, observa-se uma queda em todos esses parâmetros. Possivelmente essa situação pode estar relacionada à menor vazão durante o período sem aulas. Segundo a NBR 12209, a vazão para filtros deve ser a vazão média afluyente à ETE. Uma vazão insuficiente pode resultar em uma menor oxigenação e tempo de contato entre a água residuária e o material filtrante, influenciando assim a eficiência no processo de tratamento.

Os valores referentes a sólidos sedimentáveis estão em conformidade com a resolução CONAMA 430/2011 que define o valor permitido de até 1 mL/L. Após análise dos dois períodos, constatou-se a eliminação completa de todos os sólidos sedimentáveis (SS). Foi possível notar que durante o período com aulas o valor de SS apresentou um aumento no reator UASB, esse valor pode estar relacionado com o aumento brusco da vazão no sistema quando comparado ao período sem aulas, o que pode ter

causado na elevação da manta de lodo dentro do reator. Vale ressaltar também que os valores de SDT são imprescindíveis, uma vez que para o reuso na irrigação altos valores de sólidos dissolvidos podem afetar as trocas gasosas, eficiências fotoquímicas e crescimento das espécies (Ferreiras, et al. 2023).

O pH, inicialmente básico devido às características do efluente, é lançado com pH neutro, permanecendo dentro das faixas permitidas pela Resolução CONAMA 430/2011 e pela Agência de Proteção Ambiental dos EUA para irrigação superficial ou por aspersão em qualquer cultura.

Quanto aos coliformes, durante o período sem aulas, observou-se uma quantidade significativa de NMP (número mais provável) de coliformes totais e termotolerantes. No entanto, durante o período com aulas, houve uma redução no NMP, destacando-se o aumento na dosagem de cloro durante esse período. De acordo com Metcalf (2016), a determinação da dosagem de cloro residual necessário deve ser feita por meio de ensaios com o efluente.

Durante o intervalo sem aulas, foi observada uma redução de aproximadamente 91% do parâmetro cor aparente. No entanto, durante o período com aulas, essa remoção caiu para cerca de 77%. Uma possível explicação para essa redução na eficácia pode ter sido o aumento da dosagem de cloro na desinfecção da estação durante o período com aulas.

CONCLUSÃO

A análise dos dados indicou que a estação demonstrou eficiência na remoção de vários parâmetros, como ST, SS, turbidez e cor aparente, em ambos os períodos, sendo em alguns casos a eficiência superior a 90%. No entanto, a eficiência na remoção de SDT foi ligeiramente menor, em torno de 70%, para os períodos com e sem aulas. Em relação aos parâmetros microbiológicos, não houve redução do NMP durante o período sem aulas, entretanto houve redução durante o período com aulas, a partir de uma nova dosagem do agente de desinfecção. Em vista disso, é importante ressaltar a necessidade de avaliação regular dos parâmetros microbiológicos para determinar a dosagem mais adequada.

REFERÊNCIAS

ERTHAL, V. J. T. et al. **Alterações físicas e químicas de um Argissolo pela aplicação de água residuária de bovinocultura.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 14, n. 5, p. 467-477, 2010.

METCALF & EDDY. **Tratamento de Efluentes e Recuperação de Recursos** (Wastewater Engineering - Treatment and Resource Recovery); Tradução: Ivanildo Hespanhol, José Carlos Mierzwa, 5th ed. AMGH, Porto Alegre 2016

MOURA, M. S. B. de; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; SILVA, T. G. F. da; SOUZA, W. M. de. **Aspectos Meteorológicos do Semiárido Brasileiro.** Portal Embrapa. cap. 2, p. 85-104. 2019.

SILVA, B. T. et al. **Desenvolvimento de mudas de Mimosa caesalpinifolia Benth e Amburana cearensis (Fr. All) A.C Smith irrigadas com esgoto doméstico tratado.** Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 26, n. 6, p. 1173-1179, nov./dez. 2021.

SOARES, S. R. A.; BERNARDES, R. S.; CORDEIRO NETTO, O. M. **Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente:** elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 18, n. 6, p. 1713-1724, nov./dez. 2002.

Método padrão para o exame de águas residuais. **Manual analítico bacteriológico (BAM)**. Disponível em: <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-appendix-2-most-probable-number-serial-dilutions> Acesso em abril de 2024.