

Avaliação da eficiência do tratamento do efluente da ETE - UFS

Vitória Letícia de Jesus Costa¹; José Anderson Ribeiro de Souza²; Luciana Coêlho Mendonça³ & Denise Conceição de Gois Santos Michelan⁴

RESUMO: O tratamento e o despejo inadequado de esgotos sanitários são problemas brasileiros que precisam de avanços e melhorias. Nessa perspectiva, foi implantada uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), na Universidade Federal de Sergipe (UFS) no *campus* de São Cristóvão, visando diminuir a poluição causada pelos efluentes e reutilizá-los na irrigação de áreas verdes da universidade. Este trabalho objetiva avaliar o desempenho das unidades de tratamento da ETE, através do monitoramento da eficiência quanto à remoção de sólidos e da caracterização do efluente. A ETE estudada possui tratamento preliminar, secundário e terciário. O período de análise ocorreu entre os meses de novembro e dezembro de 2018, com a determinação da temperatura, pH, turbidez, sólidos totais (fixos e voláteis), sólidos suspensos, sólidos sedimentáveis e sólidos dissolvidos. A temperatura e o pH do efluente mantiveram-se na faixa adequada para a operação da estação, 28,5 a 30,5°C e 7,14 a 8,05, respectivamente. A estação exibiu resultados insatisfatórios quanto a diminuição da turbidez após o valo de oxidação. Além disso, a ETE apresentou baixa eficiência quanto à remoção de sólidos, em torno de 10%. A partir desses dados, conclui-se que a estação apresenta baixo desempenho devido à má operação e problemas em seus equipamentos.

Palavras-chave: desempenho, remoção de sólidos

INTRODUÇÃO

De acordo com a norma técnica brasileira NBR 9648 (ABNT, 1986), o esgoto é um despejo líquido composto de resíduos domésticos e industriais, água de infiltração e parasitas pluviais. Para caracterizá-lo, são necessárias determinações físicas, químicas e biológicas que permitam conhecer seu grau de poluição. Além disso, é importante o funcionamento adequado de uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) para que o efluente não acarrete em problemas ambientais e sociais.

Todo o tratamento realizado pelas ETEs consiste em remover os poluentes de forma a adequar o lançamento desse efluente aos padrões da Resolução N° 430, definida pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (BRASIL, 2011).

As ETEs geralmente são compostas por tratamento preliminar, primário, secundário e terciário. O tratamento preliminar objetiva remover sólidos grosseiros e areia, e determinar a vazão. O tratamento primário visa remover sólidos suspensos e parte da matéria orgânica presente, enquanto o tratamento secundário se destina à remoção de matéria orgânica através de mecanismos biológicos. Por fim, o tratamento terciário contempla a remoção de nutrientes, como nitrogênio e fósforo, e a desinfecção, pois esta última etapa remove poluentes tóxicos ou não biodegradáveis, além de outros poluentes que não foram removidos no tratamento secundário (OLIVEIRA, 2006).

Nessa perspectiva, foram implantadas estações de tratamento de esgoto em algumas universidades brasileiras, planejando diminuir a poluição causada pelos efluentes e reutilizá-los em outras atividades, como irrigação (MENEZES, 2016). Nesse sentido, em 2015, foi construída uma

¹ Discente em Iniciação Científica, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Sergipe, Av Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, vitoriacosta.se@hotmail.com

² Discente em Iniciação Científica, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Sergipe, Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, jose-anderson@hotmail.com

³ Professor, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Sergipe, Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, lumendon@gmail.com

⁴ Professor, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Sergipe, Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, denise_gois@yahoo.com.br

ETE na Universidade Federal de Sergipe (UFS), *campus* São Cristóvão. A ETE da UFS é composta por tratamento preliminar (gradeamento, caixa de areia e calha Parshall), tratamento secundário (reator UASB e valo de oxidação), tratamento terciário (cloração) e tratamento do lodo (leitos de secagem).

O objetivo deste estudo é monitorar as características do efluente e afluente em cada etapa do tratamento e avaliar a eficiência da ETE-UFS na remoção de sólidos.

MATERIAL E MÉTODOS

Durante os meses de novembro e dezembro de 2018, foram realizadas visitas semanais à ETE com o intuito de coletar amostras para analisar a eficiência e caracterizar o efluente da estação.

As amostras foram coletadas em 3 pontos diferentes: esgoto bruto (início da calha Parshall); saída do reator UASB (efluente do UASB); saída do valo de oxidação (efluente do valo e efluente da ETE). Em cada ponto, foram coletados 2L de amostra.

Após coletadas e medidas as temperaturas no local de coleta, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Saneamento e Meio Ambiente – SAMA do Departamento de Engenharia Civil da UFS. No laboratório, determinaram-se pH, turbidez, sólidos totais (fixos e voláteis), sólidos suspensos totais, sólidos dissolvidos totais e sólidos sedimentáveis. A determinação destes parâmetros físico-químicos foi realizada conforme os procedimentos descritos no Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012).

A eficiência de remoção dos poluentes em cada etapa do tratamento é determinada pela seguinte Equação 1.

$$E = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \cdot 100 \quad (1)$$

em que:

E: eficiência de remoção (%);

C₀: concentração afluente do poluente (mg/L);

C_e: concentração efluente do poluente (mg/L).

Essa fórmula foi utilizada para a determinação da eficiência de remoção de sólidos do reator UASB, do valo de oxidação e da ETE como um todo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do monitoramento da ETE – UFS, foi observado que no ponto de coleta do esgoto bruto a temperatura variou de 29 a 30°C. No UASB, a variação média de temperatura esteve entre 28,5 e 30°C. Já no valo de oxidação, a temperatura variou entre 28,5 e 30,5°C. Assim, notou-se que em cada coleta, a diferença de temperatura entre as amostras variou de 1,0 a 2,0°C.

Ao longo do período de análise, a temperatura do efluente esteve dentro da faixa adequada para operação da ETE e para as atividades biológicas das bactérias, pois, segundo Lopes (2015), a temperatura ótima para as atividades bacterianas ocorre entre 25 e 35°C. O autor afirma também que estes microrganismos apresentam melhor desempenho aos 35°C.

Observou-se também, a partir da Tabela 1, que tanto o esgoto bruto, quanto o efluente do UASB e do valo de oxidação apresentaram pH neutro, variando de 7,14 a 8,05. Estes valores estão pouco acima da faixa adequada para o crescimento da grande maioria das bactérias (pH entre 6,5 e 7,5) (CAMPOS et al., 2006). Porém, de acordo com os autores, estes valores ainda estão dentro das variações máximas e mínimas de pH para maior parte destes microrganismos, pH entre 4 e 9.

Tabela 1 - pH das amostras analisadas

Data	Esgoto Bruto	Efluente UASB	Efluente Valo
13/nov	7,46	7,73	7,14
20/nov	8,05	7,78	7,24
27/nov	7,38	7,70	7,49
04/dez	7,58	7,55	7,24
11/dez	7,30	7,44	7,44
18/dez	7,56	7,52	7,41

Fonte: Autores (2019)

Além da temperatura e pH, a turbidez também foi monitorada. Esta pode ser caracterizada pela variedade de sólidos em suspensão, ou seja, quanto maior a quantidade de sólidos suspensos, maior a turbidez (BELTRAME, 2000). Dessa forma, pela Tabela 2, conclui-se que tanto a concentração de sólidos suspensos quanto os valores de turbidez foram sempre maiores no esgoto bruto e no efluente do valo de oxidação, destacando aumento de 81,6% de sólidos suspensos com relação ao efluente do UASB. Tal fato indica que houve remoção destes poluentes no reator UASB, mas, no valo de oxidação, houve arraste de sólidos no efluente.

Nessa perspectiva, a partir da Tabela 3, nota-se que a concentração de sólidos suspensos no valo de oxidação foi maior que no reator UASB, sendo que a eficiência na ETE como um todo foi de 5,48%. Este dado se mostra muito abaixo da normalidade, pois, segundo Silva et al. (2017), quando há adequado funcionamento da ETE, a remoção de sólidos suspensos pode chegar a 90%.

Não só os sólidos suspensos, mas também os sólidos sedimentáveis tiveram aumento nessa etapa do tratamento. Esses crescimentos podem ser atribuídos à ausência de decantador secundário após o valo de oxidação.

Outro fator importante a ser avaliado seria a descontinuidade do funcionamento dos aeradores no valo de oxidação. Durante o período de monitoramento, observou-se que os aeradores funcionavam por cerca de 2 horas, tanto no período da manhã, quanto no período da tarde. No entanto, a depender da vazão de chegada do efluente, esse tempo de funcionamento poderia sofrer alterações. Além disso, durante as visitas, notou-se que, certas vezes, os aeradores precisavam ser desligados devido à ocorrência de defeitos em seu funcionamento. Estes defeitos prejudicam o bom desempenho dessa etapa de tratamento.

Devido a estes problemas, a remoção de sólidos totais também foi prejudicada. Com relação a estes sólidos, constata-se uma pequena redução de 19,32% após o reator UASB. No entanto, no valo de oxidação, houve um aumento de 15,37%. Este aumento confirma o mau funcionamento dessa unidade de tratamento.

Logo, a partir das análises realizadas, conclui-se que a eficiência da ETE quanto à remoção de sólidos totais é de 6,92%, considerada muito baixa, já que em outras estações de tratamento de esgoto, essa eficiência alcança níveis maiores que 70% (CAMPOS et al., 2006).

Já quanto aos sólidos totais fixos e voláteis, os resultados também não foram satisfatórios. Sobre aos sólidos totais fixos, a ETE atingiu eficiência de 11,5% e acerca dos sólidos totais voláteis, a eficiência foi de apenas 9,21%. Estas análises enfatizam o mau desempenho da ETE na remoção de material orgânico e inorgânico. Campos et al. (2006) sugerem, ainda, uma redução de 29% de sólidos totais fixos e 85% de sólidos totais voláteis.

Tabela 2 - Caracterização físico-química da ETE da UFS

Data de coleta	Amostra	Turbidez (uT)	Sólidos totais (mg/L)	Sólidos sedimentáveis (mL/L)	Sólidos suspensos (mg/L)	Sólidos totais fixos (mg/L)	Sólidos totais voláteis (mg/L)	Sólidos dissolvidos totais (mg/L)
Nov 2018	Esg. Bruto	115	888	1,07	203	414	319	685
	Eflu. UASB	50	753	2,92	119	313	196	634
	Eflu. Valo	112	753	9,50	208	323	236	562
Out 2018	Esg. Bruto	107	644	0,80	88	334	310	556
	Eflu. UASB	44	484	0,03	33	224	260	493
	Eflu. valo	67	674	3,00	68	339	335	606
Média	Esg. bruto	111	766	0,94	146	374	315	620
	Eflu. UASB	47	618	1,48	76	268	228	564
	Eflu. valo	89	713	6,25	138	331	286	584

Fonte: Autores (2019)

Pela Tabela 3, pode-se observar um breve resumo sobre a eficiência da ETE como um todo e em suas unidades de tratamento.

Tabela 3 - Eficiência na remoção de sólidos

Unidade/Estação	Sólidos Totais (%)	Sólidos Totais Fixos (%)	Sólidos Totais Voláteis (%)	Sólidos Sedimentáveis (%)	Sólidos Suspensos (%)	Sólidos Dissolvidos (%)
UASB	19,32	28,34	27,62	-59,14	47,95	9,03
Valo	-15,37	-23,51	-25,44	-322,30	-81,58	-3,55
ETE	6,92	11,50	9,21	-572,04	5,48	5,81

Fonte: Autores (2019)

CONCLUSÕES

1. O efluente da ETE da UFS apresentou temperatura e pH satisfatórios para o bom desempenho das suas etapas de tratamento e para o desenvolvimento dos microrganismos;
2. A ETE apresentou baixa eficiência quanto a remoção de sólidos e quanto a diminuição da turbidez. Tais fatos podem ser atribuídos ao mau funcionamento da estação e dos seus equipamentos;
3. A baixa eficiência da estação em estudo impossibilita o reúso do efluente tratado na irrigação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pela concessão de bolsa de iniciação científica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA – American Public Health Association Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22 ed. Washington, DC: APHA, AWWA, WPCPR, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9648**: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário. Rio de Janeiro. 1986.

BELTRAME, Leocádia Terezinha Cordeiro. **Caracterização de Efluente Têxtil e Proposta de Tratamento**. 2000. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Programa de Pós-graduação em Engenharia Química, 2000.

BRASIL. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **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**. 13 maio 2011.

CAMPOS, Cláudio Milton Montenegro et al. Desenvolvimento e operação de reator anaeróbico de manta de lodo (UASB) no tratamento dos efluentes da suinocultura em escala laboratorial. v. 30, n. 1, p. 140–147, 2006.

LOPES, Thiara Reis. **Caracterização do esgoto sanitário e lodo proveniente de reator anaeróbico e de lagoas de estabilização para avaliação da eficiência na remoção de contaminantes**. 2015. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Tecnologias Ambientais) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015.

MENEZES, Itamires Santos. **Avaliação do Tratamento Preliminar da Estação de Tratamento de Efluentes do Campus de São Cristóvão da UFS**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão: UFS, 2016.

OLIVEIRA, Aline. **Tratamento de esgoto pelo sistema de lodos ativados no município de Ribeirão Preto, SP: avaliação da remoção de metais pesados**. 2006. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo - Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2006.

SILVA, Julliana Alves; SILVA; Gustavo Henrique Ribeiro; SARTI, Arnaldo. Tratamento de esgoto sanitário de baixa carga utilizando reator compartimentado anaeróbico/aeróbico em escala piloto. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 3, p. 539–549, 2017.