



XIV ENCONTRO DE RECURSOS HÍDRICOS EM SERGIPE

ANÁLISE DO ATENDIMENTO DE PARÂMETROS DO EFLUENTE TRATADO DA UFS AOS PADRÕES DE LANÇAMENTO DA RESOLUÇÃO CONAMA 430/2011

*Leina Santos Costa¹; Joel Marques da Silva²; Raynne Aparecida de Sousa Pires³; Carlos
Alexandre Borges Garcia⁴ & Silvânio Silvério Lopes da Costa⁵*

RESUMO: *Esgotos domésticos necessitam de tratamento para garantir a redução de sua carga poluidora e minimizar o impacto da degradação dos sistemas aquáticos que os recebem para diluição e, portanto, devem atender aos padrões de lançamento da Resolução CONAMA 430/2011. Objetivou-se analisar o atendimento à resolução de alguns parâmetros do efluente tratado da Universidade Federal de Sergipe – UFS, cujo despejo ocorre no riacho da Xoxota localizado na sub-bacia hidrográfica do Rio Poxim. Foi encontrada uma média mensal da DBO do efluente tratado de 27,75 mg L⁻¹, abaixo do limite de 120 mg L⁻¹ estabelecido na Resolução CONAMA 430/2011. A eficiência média mensal da remoção da DBO foi de 53,05% em relação ao esgoto bruto. Sólidos Sedimentáveis, pH, temperatura e coliformes termotolerantes (*E. coli*) apresentaram valores em acordo com a resolução. Entretanto, o desempenho da estação para reduzir ainda mais a carga poluidora pode ser limitado por fatores ambientais, operacionais e de projeto, tendo em vista a baixa eficiência de remoção da DBO, em comparação à literatura, e os resultados de nitrogênio e fósforo encontrados. Se faz necessário outros estudos e um monitoramento contínuo a fim de verificar o desempenho na remoção desses parâmetros em atendimento aos requisitos legais.*

Palavras-Chave – Esgoto doméstico, DBO, Rio Poxim.

1) Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Sergipe, Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, (79) 3194-6378, leina_santos@hotmail.com

2) Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Sergipe, Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, (79) 3194-6378, marquesengpetro@gmail.com

3) Graduanda do Curso de Engenharia Química, Universidade Federal de Sergipe, Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, raynneray@gmail.com

4) Professor Doutor do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Sergipe, Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, (79) 3194-6378, carlosabgarcia@gmail.com

5) Professor Doutor no Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Sergipe, Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, (79) 3194-6378, silvanioslc@gmail.com



INTRODUÇÃO

Na ausência de sistemas de tratamento, os esgotos domésticos são comumente lançados nos corpos d'água, e até mesmo dispostos no solo, o que contribui para contaminação de águas subterrâneas e poluição de nascentes e rios. De acordo com Von Sperling (2005), o corpo d'água possui a capacidade natural de autodepuração, processo onde a matéria orgânica é mineralizada e convertida em produtos inertes, ultrapassando esse limite de autodepuração ocorrerá a poluição dos sistemas aquáticos.

Há, portanto, a preocupação com o desempenho relacionado a eficiência de um sistema de tratamento de esgoto que lança seu efluente no corpo receptor. Segundo Von Sperling (2005), um dos parâmetros de avaliação da eficiência do tratamento de esgoto é a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), que representa a quantidade de oxigênio necessária para que os microrganismos realizem a degradação da matéria orgânica.

Dentre outros parâmetros importantes destacam-se também pH (potencial Hidrogeniônico) temperatura, nitrogênio total, fósforo total, SS (sólidos sedimentáveis) e coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*), ambos estão relacionados na resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 430/2011 que estabelece o padrão para lançamento de efluentes nos corpos d'água.

O estudo em questão objetivou analisar o atendimento de alguns parâmetros de lançamento do esgoto doméstico da Universidade Federal de Sergipe – UFS, campus São Cristóvão, cujo destino final ocorre no riacho da Xoxota localizado na sub-bacia hidrográfica do Rio Poxim. O riacho sofre com as pressões antrópicas do seu entorno, como já relatado por Netto *et al.* (2019), daí a importância de monitorar as condições da contribuição do esgoto tratado dessa estação.

MATERIAL E MÉTODOS

A Estação de Tratamento de Esgoto - ETE (figura 1) georreferenciada através das coordenadas 10°55'51,06" S e 37°06'12,20" W, localiza-se dentro da Universidade Federal de Sergipe no campus Professor José Aloísio de Campos, situado na avenida Marechal Rondon, s/n, bairro Jardim Rosa Elze, município de São Cristóvão, Sergipe.



Figura 1 – ETE UFS – destaque da localização da Estação de Tratamento de Esgoto da UFS



A ETE, que está em operação desde outubro de 2015, recebe contribuição de esgoto sanitário e água pluvial. É composta de um sistema convencional de tratamento com etapa preliminar para remoção de sólidos grosseiros e sedimentação de areia, tratamento primário composto de um Digestor Anaeróbico de Fluxo Ascendente – DAFA, tratamento secundário composto de um valo de oxidação contendo dois aeradores superficiais, um tanque de contato em formato de chicanas onde ocorre adição de hipoclorito de sódio diluído ($10\% \text{ v v}^{-1}$) para fins de desinfecção contra microrganismos patogênicos, e um reservatório de acúmulo de onde o efluente tratado transborda e segue em emissário até o corpo receptor.

As amostras foram coletadas semanalmente durante o mês de julho de 2019, totalizando oito amostras de esgoto, sendo quatro amostras de esgoto bruto (antes de passar pelo tratamento preliminar) e quatro amostras de esgoto tratado (após o reservatório de acúmulo).

Para análise da DBO, pH e temperatura essas amostras foram acondicionadas em frascos âmbar com capacidade de 500 mL. O pH foi determinado utilizando-se um pHmetro de bancada (modelo W3B, marca Bel Engineering, China). Inicialmente foi realizada a calibração do equipamento e, posteriormente, inserido o eletrodo na amostra, aguardando-se a estabilização para depois anotar o valor medido. Ao tempo em que foi medida também a temperatura e registrado o valor.

A análise de DBO seguiu o método de determinação titulométrica utilizando tiosulfato de sódio. Inicialmente foi feita a preparação da água de diluição. Posteriormente, feita a preparação da solução de amido e em seguida com os frascos preparados já com as amostras de esgoto e os reagentes adicionados procedeu-se com a titulação, que foi realizada em duplicata. Para cálculo da DBO foi utilizada a equação (1):

$$DBO \left(\frac{mg}{L} \right) = OD_i - OD_f / f_{amostra} \quad (1)$$

Em que:

f – fração volumétrica da amostra de esgoto utilizada;

OD_i – oxigênio dissolvido das amostras diluídas imediatamente após a preparação;

OD_f – oxigênio dissolvido das amostras diluídas após 5 dias de incubação.

Para análise de Sólidos Sedimentáveis foram coletados 1000 mL de cada efluente, as amostras foram despejadas no cone imhoff, e logo após 60 min feita a leitura em mL L^{-1} .

Na determinação de Coliformes totais e termotolerantes, foram preparados frascos estéreis utilizando-se duas gotas de tiosulfato de sódio a 10% dentro de cada frasco, vedando-os ao final com papel alumínio. Apenas amostras de efluente tratado eram coletadas nesses frascos, acondicionados em caixa térmica e enviados ao laboratório.

O preparo dos meios de cultura foi realizado utilizando-se caldo lactosado, caldo lactosado verde brilhante Bile 2%, caldo EC e Plate Count Agar. No teste confirmativo toma-se o número de tubos do teste presuntivo que deram positivos (formação de gás) nas três diluições 1:1, 1:10 e 1:100, tomando igual número de tubos contendo o meio de cultura verde brilhante Bile 2%, adicionou-se uma porção da amostra, na sequência sendo incubado a $35 \pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ pelo período de 24/48h (coliformes totais) e a $44,5 \pm 0,2 \text{ } ^\circ\text{C}$ no período de $24 \pm 2\text{ h}$ (coliformes termotolerantes). O teste é considerado positivo quando houver formação de gás no tubo Durhan, realizando então a contagem dos coliformes. A expressão dos resultados é dada em NMP/100 mL de amostra, verifica-se a combinação formada pelo número de tubos positivos que apresentaram nas três diluições do ensaio, verificados no Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater (2017).

A análise de Nitrogênio seguiu o princípio do método de Nitrogênio Total Kjeldahl (TKN) em presença de ácido Sulfúrico para digestão da amostra de esgoto. Após essa digestão, a amostra é



tratada igualmente como na determinação de Nitrogênio Amônia. A concentração de fósforo total foi obtida por meio de digestão ácida e determinação por UV-Vis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos parâmetros temperatura, pH, sólidos sedimentáveis e DBO do efluente bruto (tabela 1) estão de acordo com as características de esgotos domésticos encontrados na literatura. Segundo Von Sperling (2005), a DBO do esgoto doméstico está em torno de 300 mg L^{-1} , e que por serem bastante diluídos com 99,9% de água apresentam baixa carga orgânica, como foi observado por Oliveira (2020).

Tabela 1 – Resultados dos parâmetros analisados para efluente bruto.

Data da coleta	Efluente Bruto					
	Temperatura (°C)	pH	S S (mL L ⁻¹)	DBO (mg L ⁻¹)	Nitrogênio (mg L ⁻¹ N)	Fósforo (mg L ⁻¹ P)
3/7/2019	27,0	8,88	1,00	117,00	136,02	0,44
17/07/2019	27,0	7,66	2,00	42,00	60,14	0,57
24/07/2019	28,2	8,20	0,60	57,00	84,97	0,11
31/07/2019	28,1	7,84	0,80	45,00	40,18	0,94

Conforme dados expressos na tabela 2, parâmetros de lançamentos de esgoto Resolução CONAMA 430/2011, a legislação estabelece os valores máximos permitidos. Portanto, os resultados encontrados para pH, temperatura, DBO e sólidos sedimentáveis do efluente tratado (tabela 3) estão em acordo com os requisitos vigentes. Estes mesmos parâmetros foram verificados em trabalho pretérito nessa ETE por Oliveira (2020) e Souza *et al.* (2021), que obtiveram resultados semelhantes.

Os resultados encontrados para os parâmetros nitrogênio e fósforo do efluente tratado (tabela 3) estão acima do limite estabelecido. Conforme Von Sperling (2005), os compostos contendo fósforo são essenciais para o crescimento de organismos e podem ser considerados nutrientes que limitam a produção primária de novas células. Portanto, o excesso desses nutrientes pode levar a um processo de eutrofização dos corpos d'água, que impede a entrada de raios solares e prejudicam a microfauna.

Tabela 2 – Parâmetros de lançamentos de esgoto Resolução CONAMA 430/2011.

Parâmetros	CONAMA 430/2011
Temperatura (°C)	39°C
pH	5 a 9
Sólidos Sedimentáveis (mL L ⁻¹)	1,0 mL L ⁻¹
DBO (mg L ⁻¹)	120 mg L ⁻¹
Nitrogênio (mg L ⁻¹ N)	20 mg L ⁻¹
Fósforo (mg L ⁻¹ P)	0,186 mg L ⁻¹
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	1000 UFC/100 mL



Tabela 3 – Resultados dos parâmetros analisados para efluente tratado.

Data da coleta	Efluente Tratado						
	Temperatura (°C)	pH	S S (mL L ⁻¹)	DBO (mg L ⁻¹)	Nitrogênio (mg L ⁻¹ N)	Fósforo (mg L ⁻¹ P)	Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)
3/7/2019	27,2	7,17	0,1	39,00	66,86	0,28	4,00
17/07/2019	28,0	7,43	0,2	27,00	21,14	0,50	9,00
24/07/2019	28,3	7,93	0,2	21,00	39,52	0,11	9,00
31/07/2019	27,3	7,57	0,1	24,00	14,95	0,48	7,00

Tabela 4 – Eficiência da remoção de DBO do esgoto.

Data da Coleta	DBO (mg L ⁻¹) Efluente Bruto	DBO (mg L ⁻¹) Efluente Tratado	Eficiência de remoção DBO (%)
3/7/2019	117,00	39,00	66,66
17/07/2019	42,00	27,00	35,71
24/07/2019	57,00	21,00	63,16
31/07/2019	45,00	24,00	46,67

Apesar de verificado que os resultados da DBO do efluente tratado (tabela 4) atendem ao estabelecido na legislação, notou-se que a eficiência média mensal foi 53,05%, sendo inferior à registrada em literatura, conforme Von Sperling (2016) cita eficiência acima de 60% para sistemas de tratamento de mesmo porte. É importante frisar que as condições de desempenho de um sistema de tratamento pode depender de diversos fatores como a presença de microrganismos, e sua interação com o meio, relacionada a outros fatores ambientais como temperatura, pH, disponibilidade de nutrientes e oxigênio dissolvido e a condições operacionais e de projeto.

No estudo desenvolvido por Oliveira e Von Sperling (2005) foi avaliada a influência de fatores de projeto e de operação no desempenho de 166 estações de tratamento de esgotos, considerando a concentração efluente e a eficiência de remoção de DBO e encontraram que não existe uma relação consistente entre a eficiência de remoção e as variáveis operacionais, que diferiam entre as ETE estudadas, mas que pode ser resultado de projeto, operação ou ambos. No caso da ETE em questão alguns autores relataram problemas de projeto no dimensionamento do sistema de tratamento, como fora apresentado nos trabalhos de Silveira (2017), Silviano (2017), Souza (2019) e Oliveira (2020).

CONCLUSÃO

O efluente tratado está em conformidade com o padrão de lançamento da resolução CONAMA 430/2011 para os parâmetros DBO, pH, temperatura, sólidos sedimentáveis e coliformes termotolerantes, apenas nitrogênio e fósforo ultrapassaram o limite especificado. O desempenho da estação para reduzir ainda mais a carga poluidora pode ser limitado por fatores ambientais, operacionais e de projeto. Portanto, se faz necessário um monitoramento contínuo em atendimento aos requisitos legais a fim de verificar o desempenho na remoção desses e de outros parâmetros.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).



REFERÊNCIAS

- APHA (2012). American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th edition. Washington: APHA.
- BRASIL. (2011). Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005. Brasília: Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.
- NETTO, A.O.A, FERREIRA, R.B. (2019). Cenário dos corpos d'água na sub-bacia hidrográfica do Rio Poxim-Sergipe, na zona urbana, e suas relações ambientais e antrópicas. XII Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe (ENREHSE).
- OLIVEIRA, S.M.A.C; VON SPERLING, M. (2005). Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES). Avaliação de 166 ETES em operação no país, compreendendo diversas tecnologias. Parte 2: influência de fatores de projeto e operação. Vol.10 - Nº 4 - out/dez 2005, 358-368.
- OLIVEIRA, M. F. (2020). Análise microbiológica como controle de qualidade de processo aeróbio alimentado por efluente de reator UASB. 119p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão.
- SMEWW. (2017). Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater, Part 9000 – Microbiological Examination. APHA
- SILVEIRA, L. F. C. (2017). Avaliação do tratamento secundário da estação de tratamento de efluentes do campus de São Cristóvão da UFS. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão.
- SILVIANO, M. (2017). Avaliação do dimensionamento do sistema de tratamento de esgotos do campus Prof. José Aloísio de Campos - UFS. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão.
- SOUZA, J.A.R de; MENDONÇA, L.C; OLIVEIRA, M.F de; COSTA, L.S; ROSA, T.S; COSTA, V.L de J; MICHELAN, D.C de G.S. (2021). Avaliação do tempo de sedimentação no sistema de valo de oxidação na estação de tratamento de esgotos da UFS. XIII Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe (ENREHSE).
- SOUZA, J.A.R de; MENDONÇA, L.C; OLIVEIRA, MICHELAN, D.C de G.S. (2019). Monitoramento do TDH e sólidos grosseiros da ETE da UFS. XII Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe (ENREHSE).
- VON SPERLING, M. (2005). Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG. v.1
- VON SPERLING, M. (2016). Princípios básicos do tratamento de esgotos domésticos. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG. v. 2.