

Monitoramento do TDH e sólidos grosseiros da ETE da UFS

José Anderson Ribeiro de Souza¹; Vitória Letícia de Jesus Costa²; Luciana Coêlho Mendonça³ & Denise Conceição de Gois Santos Michelin⁴

RESUMO: *A ideia do saneamento básico é antiga e os primeiros registros de saneamento no mundo foram datados em mais de mil anos atrás. Mas, nos dias atuais, no Brasil, a área é negligenciada e possui pouco investimento. Com a criação da Lei Nº 11.445, em 2007, o investimento aumentou e, com isso, novas Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) foram criadas em todo o país, incluindo nas universidades. Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o tempo de detenção hidráulico (TDH), importante parâmetro para que os processos envolvidos no tratamento dos esgotos aconteçam adequadamente, bem como a sua relação com a variação de vazão. O TDH foi determinado com os valores de vazão, medidos na calha Parshall, e com os valores de volume obtidos no projeto. A estação da UFS apresentou elevados tempos de detenção, com valores médios de 42 e 58 horas para o reator UASB e para o valo de oxidação, respectivamente. Por fim, os sólidos grosseiros recolhidos no gradeamento do tratamento preliminar apresentaram baixos valores e ficaram abaixo da média citada em literatura, com valor médio de $0,0012\text{kg/m}^3$ para o período de análise.*

Palavras-chave: Detenção hidráulica, esgoto.

¹ Discente em Iniciação Científica, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, andersonrsouza17@gmail.com;

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

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

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

INTRODUÇÃO

A necessidade de desenvolver técnicas para obter água limpa e descartar os resíduos adequadamente fez surgir a ideia de saneamento básico. À medida que a sociedade foi crescendo, a quantidade de resíduos gerados aumentou e a forma e o local onde descartá-los começaram a ser estudadas.

De acordo com Jordão e Pessoa (2011), o termo esgoto, atualmente, é usado para caracterizar os despejos provenientes das diversas modalidades do uso e da origem das águas, tais como as de uso doméstico, comercial, industrial, as de utilidade públicas, de áreas agrícolas, de superfície de infiltração, pluviais e outros efluentes sanitários. Esses despejos podem ser sanitários ou industriais.

Apesar do primeiro registro de saneamento no Brasil ter ocorrido em 1561, no Rio de Janeiro, o crescimento da população atendida pelos serviços não conseguiu avançar com o passar dos anos. Durante os anos de história do Saneamento no Brasil, vários fatores como o pouco investimento, a deficiente gestão e os projetos falhos dificultaram o progresso e a expansão para todas as regiões do Brasil (BARROS, 2014). Com isso, após a criação da Lei Nº 11.445, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico (BRASIL, 2007), o investimento em saneamento no país – mesmo que investido de maneira ineficaz – aumentou e, até 2035, estima-se que sejam investidos quase R\$ 150 bilhões em obras de coleta e tratamentos de esgotos (ANA, 2017). Dessa forma, houve a construção de novas Estações de Tratamento de Esgoto nas universidades pelo país, gerando novos empregos, fontes de pesquisa e, principalmente, novas fontes de tratar o afluente.

No entanto, com a criação de novas estações, faz-se necessário monitorá-las para que os processos ocorram satisfatoriamente e o afluente seja tratado nas condições previstas em projeto. Por isso diferentes processos podem ser utilizados para tratar o esgoto que chega a uma ETE. Porém, independentemente do processo biológico utilizado (anaeróbio ou aeróbio), um mesmo parâmetro é utilizado para avaliar a qualidade do efluente que sairá de cada processo do tratamento, o Tempo de Detenção Hidráulico (TDH). O TDH é um importante parâmetro que define o tempo de permanência do esgoto no reator. Logo, de acordo com o objetivo da ETE de remover matéria orgânica e outros sólidos, juntamente com as características do sistema biológico proposto, é necessário que se avalie esse tempo (ANDRADE, 2016).

Geralmente os sistemas biológicos anaeróbios operam com maiores valores de TDH quando comparados aos sistemas aeróbios, principalmente devido às grandes diferenças do metabolismo microbiano. Sistemas aeróbios trabalham com TDHs que variam de 2 a 16 horas, enquanto os sistemas anaeróbios operam com TDH variando de 6h, em tratamentos mais eficientes, chegando até 120 horas, nos menos eficientes (VON SPERLING, 2014). A NBR 12209 (ABNT, 2011) recomenda, para temperaturas de esgoto superiores a 25°C, Tempo de Detenção Hidráulico de 6 horas. Em suma, o TDH é o parâmetro que mensura o tempo que o efluente é retido no reator biológico, para que as reações biológicas aconteçam na unidade de tratamento.

A avaliação do TDH ocorre a partir dos valores de vazão e volume do reator. Os parâmetros coletados na calha Parshall do tratamento preliminar da estação permitem o cálculo da vazão. A unidade de tratamento preliminar é composto por gradeamento, caixa de areia e calha Parshall.

O gradeamento é composto por dispositivos de remoção e retenção de sólidos que são, geralmente, compostos por grade de barras. As barras são espaçadas de acordo com o tamanho dos sólidos que se objetiva remover e, com isso, o gradeamento pode ser classificado como grosseiro, médio, fino ou ultrafino (JORDÃO e PESSÔA, 2011).

O desarenador é imprescindível em estações onde se deseja uma excelente remoção da areia ainda na fase inicial do processo de tratamento de esgoto, tendo em vista que o acúmulo desses sólidos é comum no interior dos digestores de lodo o que, muitas vezes, obriga que o total esvaziamento do digestor seja efetuado para que a remoção transcorra. Este inconveniente se mostra mais grave em ETEs onde reatores UASB são utilizados, como é o caso da ETE da UFS, já que a distribuição do esgoto pode ser afetada pela sua presença (JORDÃO e PESSÔA, 2011).

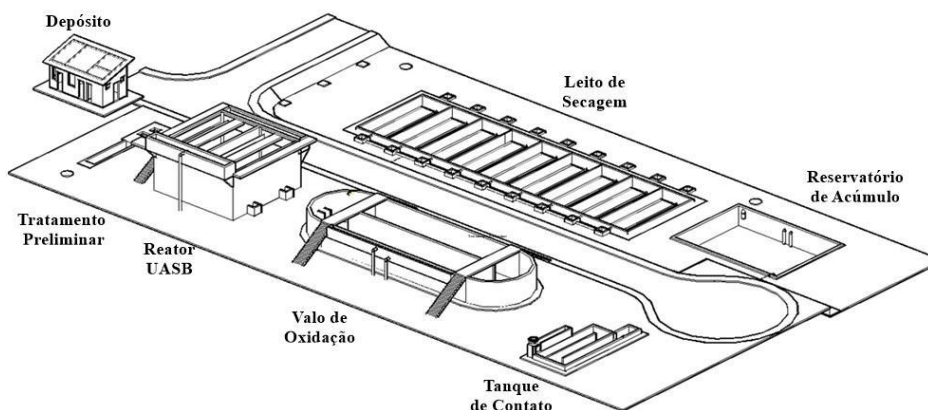
Para medir a vazão, ainda no tratamento preliminar, a calha Parshall é o dispositivo mais utilizado, mesmo com outras tecnologias que já executem a tarefa com mais rapidez e precisão. O custo de se implantar tecnologias para operação da tarefa não se mostra viável em estações de pequeno porte, tendo em vista que o fluxo de esgoto que chega à estação não será grande e ainda pelo fato de ser mais complexa a operação.

É possível monitorar o TDH com os dados da vazão, tendo em vista que ele é a razão entre o volume de um reator, por exemplo, e a vazão medida na calha Parshall. O presente trabalho monitorou os TDHs para o reator UASB e para o valo de oxidação na estação da UFS.

MATERIAL E MÉTODOS

A Estação de Tratamento de Esgoto da UFS foi dimensionada para receber os esgotos gerados no campus de São Cristóvão, sendo composta por tratamento preliminar, tratamento secundário e tratamento terciário. A Figura 1 mostra a visão panorâmica de projeto da Estação.

Figura 1. Visão panorâmica da Estação de Tratamento



Fonte: Adaptado de UFS (2014)

As visitas à ETE foram iniciadas em setembro de 2018 e ocorreram periodicamente duas vezes na semana, preferencialmente as terças e quintas-feiras no turno da manhã. Para medir a vazão, fez-se uso de uma vara de madeira e régua graduada e, em cada visita efetuada, mediu-se a lâmina de esgoto que chega à estação na parte convergente da calha Parshall.

Os sólidos grosseiros que chegam à estação ficam retidos no gradeamento e, depois de efetuada a limpeza da grade, são depositados em uma caixa metálica. De posse de ferramentas de jardinagem (ancinho e pá), tanto os resíduos acumulados no gradeamento, quanto os dispostos na caixa metálica, foram recolhidos e colocados em sacos plásticos. Esses resíduos foram identificados e pesados no Laboratório de Geotecnia e Pavimentação (GEOPAV) do Departamento de Engenharia Civil da UFS, utilizando-se uma balança eletrônica com capacidade de 3310 g e precisão de 0,01 g.

Todo o processo descrito foi efetuado na unidade de tratamento preliminar e se estendeu entre os meses de setembro a dezembro de 2018.

Após colhidos os dados de altura da lâmina de esgoto que chega à ETE, necessita-se convertê-los em vazão para posteriores cálculos. Logo, utiliza-se a Equação 1 para conversão dos valores Azevedo Netto (1998).

$$Q = k \times H^n \quad (1)$$

Em que:

Q: vazão (m³/s);

n e k: constantes;

H: altura da lâmina de esgoto (m).

Os valores adotados para as constantes variam de acordo com a garganta de cada calha Parshall. Para o projeto implantado na universidade, a calha escolhida possui uma garganta de 3", dessa forma, os valores de n e k, descritos em projeto da LJ Engenharia (2012), são 1,547 e 0,176, respectivamente. De acordo com a Equação 2, com os valores de vazão e volume, pode-se encontrar os valores para o Tempo de Detenção Hidráulico.

$$TDH = \frac{V}{Q} \quad (2)$$

Os volumes encontrados em projeto para cada reator UASB e para o valo de oxidação

foram, respectivamente, 457,03 m³ e 630,84 m³.

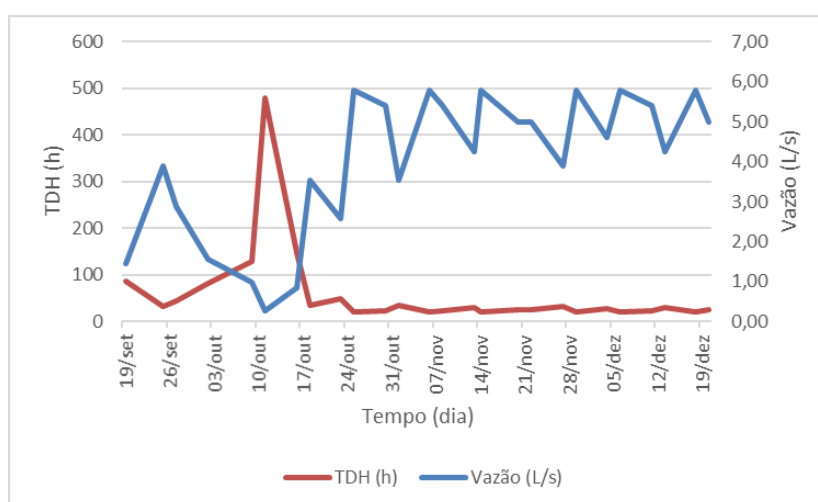
Os sólidos recolhidos no gradeamento foram analisados com relação à vazão do afluente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após dispor dos valores de vazão, pode-se encontrar o TDH em que as unidades de tratamento biológico estão trabalhando. Para isso, fez-se uso da Equação 2 e do volume do reator que consta em projeto. A Figura 2 mostra os valores encontrados para o reator UASB no tempo de monitoramento. As médias para os meses de setembro, outubro, novembro e dezembro foram, nessa ordem, de 55; 70; 27 e 25 horas. A média para o período foi de 42 horas, desconsiderando o valor atípico do dia 11 de outubro.

O menor valor encontrado no período foi de 20 horas, número que não está dentro do ideal de 6 a 16 horas, recomendado em literatura para um reator UASB (VON SPERLING, 2014). Além disso, os valores encontrados foram muito superiores do estipulado em projeto que seria de 6 horas.

Figura 2. Vazão e TDH do UASB: setembro - dezembro/2018



Fonte: Autores (2019)

Devido ao volume total de 630,84 m³, o valo de oxidação apresentou números maiores de TDH em comparação com os do reator UASB. Os valores encontrados para os meses de setembro, outubro, novembro e dezembro apresentaram uma média de 76; 85; 37 e 35 horas, seguindo a mesma ordem e desconsiderando o valor atípico do dia 11 de outubro, visto na Figura 3. A média para o período foi de 58 horas.

O TDH recomendado para o valo varia de 16 a 24 horas (VON SPERLING, 2014) e o valor de projeto é de 8,16 horas.

Os valores insatisfatórios encontrados durante o período de coleta podem ter sido ocasionados pelo superdimensionamento da estação na fase de projeto, tendo em vista que a vazão média para o período foi de 4,16 L/s, enquanto a vazão para o ano de 2018 estava estimada, em projeto, em 13,776 L/s. A variação da população do campus nos diferentes eventos recebidos também se mostrou um motivador para os baixos valores. A interrupção dos serviços de distribuição de água foi, possivelmente, um fator preponderante para o valor atípico registrado no dia 11 de outubro, assim como o não registro de chuvas durante o maior período de coleta.

Os sólidos grosseiros recolhidos no gradeamento da ETE eram compostos, em sua maioria, por plásticos, galhos, papéis, pedras e até preservativos. A Tabela 3 mostra todos os valores referentes à quantidade de sólidos grosseiros encontrados na ETE nos meses de setembro e outubro.

Tabela 1. Quantidade de resíduos e vazão da ETE: setembro - outubro/2018

Data	Quantidade de resíduo (g)	Vazão (L/s)
19/set	-	1,45
25/set	-	3,88

27/set	172,0	2,88
02/out	324,3	1,55
09/out	329,6	0,98
11/out	160,2	0,27
16/out	95,6	0,86
18/out	591,2	3,54
23/out	751,3	2,57
25/out	310,5	5,79
30/out	535,0	5,39

Fonte: Autores (2019)

A média de resíduos coletados no período foi de 0,00112 kg/m³, número que, de acordo com Azevedo Neto e Hess (1970 apud Mendonça, 2000), está abaixo da quantidade verificada em outras estações. A variação citada pelos autores apresentou valores entre 0,10 e 0,025 kg/m³. Com isso, nota-se que a quantidade de resíduos pode variar de acordo com os hábitos da população. A não ocorrência de precipitações no período de coleta pode, de mesmo modo, ter influenciado na baixa quantidade de resíduos observada.

CONCLUSÕES

1. A ETE da universidade não apresenta valores satisfatórios para o TDH;
2. Os sólidos grosseiros retidos na estação apresentam valores abaixo da média;
3. Os microrganismos permanecem em contato com o afluente mais tempo do que o necessário;
4. Os eventos climáticos e a variação da população do *campus* influenciaram nos baixos valores de TDH.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – Associação Brasileira De Normas Técnicas. **NBR 12209: Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários**. Rio de Janeiro, 2011.
- ANA. Atlas Esgotos. Despoluição das Bacias Hidrográficas. Agência Nacional de Águas. Disponível em: <<http://atlasesgotos.ana.gov.br/>>. Acesso em: 15 jan. 2019.
- ANDRADE, M. V. F. **Influência do Tempo de Detenção Hidráulica e das Condições Nutricionais na Remoção de Superfactante Aniônico de Água Residuária e Seus Efeitos na Comunidade Microbiana**. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo: Escola de Engenharia de São Carlos, 2016.
- AZEVEDO NETO, José Martiniano. **Manual de Hidráulica**. 8. Ed. [S.l.], São Paulo: Edgard Blucher, 1998. 669 p.
- BARROS, R. **História do saneamento básico e tratamento de água e esgoto**. Disponível em: <<https://www.eosconsultores.com.br/historia-saneamento-basico-e-tratamento-de-agua-e-esgoto/>>. Acesso em: 19 nov. 2018.
- BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 5 jan. 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: 19 nov. 2018.
- JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 6ª Edição. ABES, Rio de Janeiro, 2011. 969 p.
- MENDONÇA, S.R. **Sistemas de Lagunas de Estabilización – Cómo Utilizar Aguas Residuales Tratadas en Sistemas de Regadío**. Santafé de Bogotá: McGraw-Hill, 2000.
- VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2014. 472 p.