



# Avaliação do tratamento preliminar da estação de tratamento de efluentes do *campus* de São Cristóvão da Universidade Federal de Sergipe

Evaluation of the preliminary treatment of the wastewater treatment plant of São Cristóvão campus of Federal University of Sergipe

I. S. de Menezes\* ; L. C. Mendonça

*Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Sergipe, 49100-000, São Cristóvão-SE, Brasil*

*\*itamiresmenezes.im@gmail.com*

*(Recebido em 26 de maio de 2017; aceito em 28 de setembro de 2017)*

A Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) localizada no *campus* de São Cristóvão da Universidade Federal de Sergipe (UFS) foi projetada para tratar os esgotos gerados no *campus* com previsão de reúso desse efluente na irrigação. O objetivo deste trabalho foi avaliar a etapa do tratamento preliminar dessa ETE, visto a importância do seu bom funcionamento para garantir eficiência nas etapas posteriores. O tratamento preliminar é constituído de gradeamento, caixa de areia e calha Parshall. O acompanhamento dessa etapa foi realizado nos meses de agosto a outubro de 2016, com a medição da vazão e a quantificação do volume dos resíduos retidos no gradeamento e dos sólidos sedimentados na caixa de areia. Foram elaborados gráficos de variação da vazão dos meses em estudo e determinadas as vazões média, máxima e mínima observadas durante o período. A quantidade de resíduos retidos no sistema de gradeamento foi consideravelmente pequena, cerca de 400g, para um intervalo de 33 dias. É provável que isto seja devido ao fato do espaçamento das barras adotado ser muito superior ao valor de projeto. A caixa de areia apresentou remoção em torno de 20 L de areia/1.000m<sup>3</sup> de esgoto tratado. A ETE pode apresentar problemas nos equipamentos e unidades subsequentes devido aos resíduos e sólidos sedimentáveis que não são retidos devidamente, necessitando, portanto, intervenções na sua fase preliminar, como adequação no período de limpeza da caixa de areia e do gradeamento, assim como, a substituição da grade.

Palavras-chave: gradeamento, caixa de areia, medição de vazão

The Wastewater Treatment Plant (WWTP) located in São Cristóvão campus of Federal University of Sergipe was designed to treat wastewater generated on campus with forecast reuse of the effluent for irrigation. The objective of this work was to evaluate the stage of preliminary treatment of the WWTP, by considering the importance of full operation to ensure efficiency in the later stages. Preliminary treatment consists of bar racks, grit chamber and Parshall flume. The monitoring of this stage was performed from August to October 2016 by measuring the flow and volume measurement of residue accumulated on the bar racks and sedimented solids in the grit chamber. Flow variation charts in the months studied were prepared and the average, maximum and minimum flow rates were determined during the period. The amount of residues accumulated on the bar racks system was considerably small, about 400g, for a period of 33 days. This is likely to be because the spacing of the bars adopted is much higher than the project value. The grit chamber presented removal around 20L sand /1,000m<sup>3</sup> of treated sewage. The WWTP can present equipment and sequent units problems due to waste and settleable solids are not retained properly, requiring therefore interventions in its preliminary stage, as adjustment in the cleaning period of the grit chamber and bar racks as well as replacement of grids.

Keywords: bar racks, grit chamber, flow measurement

## 1. INTRODUÇÃO

A questão de saneamento básico no Brasil é um dos fatores mais importantes, quando se trata de qualidade de vida da população e de saúde pública. É necessário que ocorram avanços nesse setor e que as melhorias aconteçam de acordo com a necessidade e o crescimento populacional, contribuindo assim tanto para redução de problemas relacionados à falta de saneamento quanto para preservação do meio ambiente.

O tratamento de esgotos visa remover a matéria orgânica, os sólidos suspensos, os organismos patogênicos e os nutrientes presentes nos esgotos, para adequar o lançamento desse efluente à disposição final, atendendo aos padrões da legislação vigente. A escolha do tipo de tratamento para cada situação é feita considerando-se várias condições, desde a eficiência desejada até o custo final de operação. A variedade dos tipos de processos é grande e podem ser utilizadas uma ou mais combinações de unidades, de acordo com o tipo de efluente e das substâncias que deverão ser removidas. No entanto, é imprescindível a implantação de um sistema de tratamento preliminar em qualquer tipo de Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) [1].

O tratamento preliminar tem como objetivo básico remover os sólidos grosseiros, preparando os esgotos para o tratamento posterior, evitando obstruções e danificações em equipamentos eletromecânicos. O gradeamento tem o objetivo de remover os resíduos sólidos que são jogados indevidamente nos vasos sanitários ou lançados na rede de esgotos. O desarenador remove os sólidos com características de sedimentação semelhantes à da areia, que se introduz nos esgotos principalmente devido à infiltração de água subterrânea na rede coletora de esgotos [2].

A vazão também pode ser medida no tratamento preliminar. A variação dessa vazão ocorre por vários motivos, como os hábitos e a cultura da população, as condições socioeconômicas, as tarifas vigentes e o clima da região.

Vários estudos vêm sendo realizados no país acerca da implantação de estações de tratamento de esgotos, a fim de se obter uma opção de tratamento eficiente para adequar o lançamento de efluentes no corpo receptor ou até mesmo para o reúso na própria instituição. Resultados positivos já foram alcançados em São Paulo, Rio Grande do Norte, Amazonas e Espírito Santo, sendo que algumas ETEs reutilizam esse efluente tratado, diminuindo o lançamento no corpo receptor e aumentando a economia no uso da água. Estas pesquisas tentam, cada vez mais, buscar a reciclagem do efluente, em substituição ao simples lançamento.

A análise do tratamento preliminar da ETE da Universidade Federal de Sergipe – UFS foi realizada com base na medição da vazão do efluente e na quantificação do material retido, tanto no sistema de gradeamento quanto na caixa de areia, comparando os valores observados com os propostos em projeto.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho consistiu em uma análise do tratamento preliminar da ETE da UFS, utilizando referências bibliográficas e o relatório final de projeto do Sistema de Esgotamento Sanitário com Tratamento e Disposição dos Efluentes, com o intuito de comparar os dados observados com os valores pré-determinados, para compreender se o sistema está funcionando de acordo com as premissas do projeto.

O tratamento preliminar em estudo é composto por um sistema de gradeamento, uma caixa de retenção de areia e um dispositivo de medição de vazão, como podem ser observados na Figura 1.



Figura 1: Tratamento preliminar da ETE da UFS

Segundo o projeto, as barras das grades foram construídas pelo fabricante com dimensões padronizadas, sendo que a menor dimensão da seção, que é posicionada frontalmente ao escoamento, possui 6,35 mm e a dimensão maior, paralela ao escoamento, é de aproximadamente 40 mm. O espaçamento entre barras foi determinado em projeto como sendo 27,65 mm. A inclinação da grade é de 60°, valor que está dentro do estabelecido em NBR 12209 [6], para grades com limpeza manual, permitindo o escoamento dos esgotos sem produzir grandes perdas de carga.

Os resíduos retidos são removidos e depositados em tonéis, que possuem orifícios no fundo para drenagem do líquido, sendo o material resultante encaminhado para aterro sanitário. Essa limpeza ocorre sempre em conjunto com a limpeza do desarenador.

O material retido na caixa de areia geralmente é constituído por partículas com diâmetro de 0,2 a 0,4 mm e massa específica  $\rho = 2540 \text{ kg/m}^3$ . Estas partículas sedimentam individualmente na caixa com velocidade média de 2 cm/s.

A caixa de areia em estudo possui um sistema de remoção manual e foi projetada com dois canais desarenadores em paralelo, sendo utilizado somente um canal enquanto o outro opera em regime de espera (“stand by”). A interrupção de cada canal se dá através das comportas localizadas na entrada e na saída do canal. A velocidade média adotada no projeto foi de 0,30 m/s.

O projeto estabelece que o desarenador tenha largura de 0,50 m, dividido em dois canais com 0,25 m de largura cada; o comprimento é cerca de 3,0 m e a taxa de escoamento superficial é de 603,35 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.dia. O projeto prevê ainda uma produção de areia de 383,91 L por semana (ou 54,84 L de areia por dia) no ano de saturação do sistema.

O material removido na caixa é submetido ao mesmo tratamento e destinação do material retido no gradeamento, porém é adicionada cal para reduzir o teor de patógenos.

A velocidade no desarenador é mantida aproximadamente constante, apesar das variações de vazão, medidas por meio de uma calha Parshall situada à jusante do desarenador. A calha adotada foi construída em fibra de vidro e possui garganta com largura de 3 polegadas (7,60 cm), cuja vazão mínima é de 0,85 L/s e a máxima de 53,8 L/s, conforme dados de Jordão e Pessôa (1995) [3].

Foram realizadas visitas técnicas durante uma semana nos meses de agosto, setembro e outubro do ano 2016, com o propósito de medir a vazão horária, compreendendo os horários das 7h às 17h, para observar o comportamento da mesma, assim como para acompanhar e entender o tratamento preliminar quanto à sua estrutura física.

A lâmina líquida na calha Parshall foi medida utilizando uma trena, no ponto especificado no próprio dispositivo, situado a 2/3 da dimensão convergente até a garganta, como recomendado em Azevedo Netto (1970) [4]. O valor utilizado para calcular a vazão é a diferença entre a altura total da calha e o valor registrado na trena.

A vazão (Q), em m<sup>3</sup>/s, foi calculada a partir da Equação ( $Q = 0,176 H^{1,547}$ ), referente à dimensão nominal da calha  $W = 3$  polegadas e os seus coeficientes, em que H é a altura da lâmina líquida, em metros, no ponto de medição da calha.

No dia 10 de outubro de 2016, acompanhou-se a limpeza da caixa de areia e a remoção do material retido no gradeamento, que ocorre geralmente uma vez por mês. A limpeza foi feita pelo operador utilizando pás e baldes, além dos equipamentos de proteção individual.

O material coletado do gradeamento foi identificado, acondicionado em saco plástico e pesado 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. A quantidade de areia removida, por sua vez, foi significativa, impossibilitando a sua pesagem. Portanto essa quantidade, em kg, foi estimada grosseiramente por meio do volume total de areia removida, usando baldes de 20 L e a densidade de projeto do material, em kg/m<sup>3</sup>.

A produção de areia foi estimada utilizando o valor médio de literatura. De acordo com Azevedo Netto et al. (1977) [5], a cada 1000 m<sup>3</sup> de esgoto são gerados cerca de 30 L de areia. Transformando-se a vazão média em volume diário e multiplicando-o pela quantidade de dias do período de limpeza, foi possível relacionar a produção de areia da literatura e a produção real observada.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados coletados permitiram a análise e a obtenção de indicadores para avaliar as condições de funcionamento do tratamento preliminar da ETE do Campus de São Cristóvão da UFS. Durante o período compreendido entre agosto e outubro de 2016, acompanhou-se a variação da vazão da ETE, a qual pode ser observada nas Figuras 2, 3 e 4.

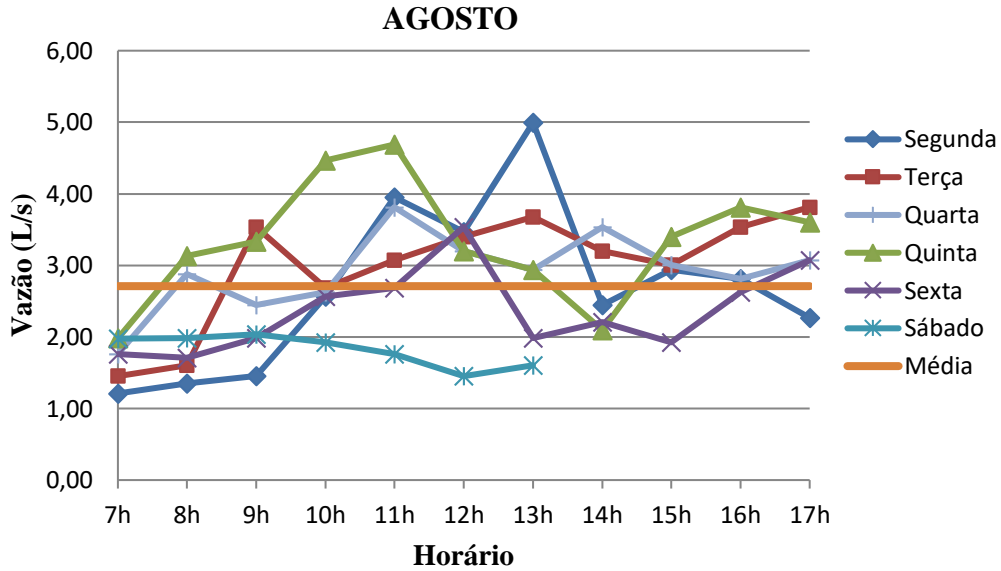


Figura 2: Variação da vazão da ETE da UFS no mês de Agosto

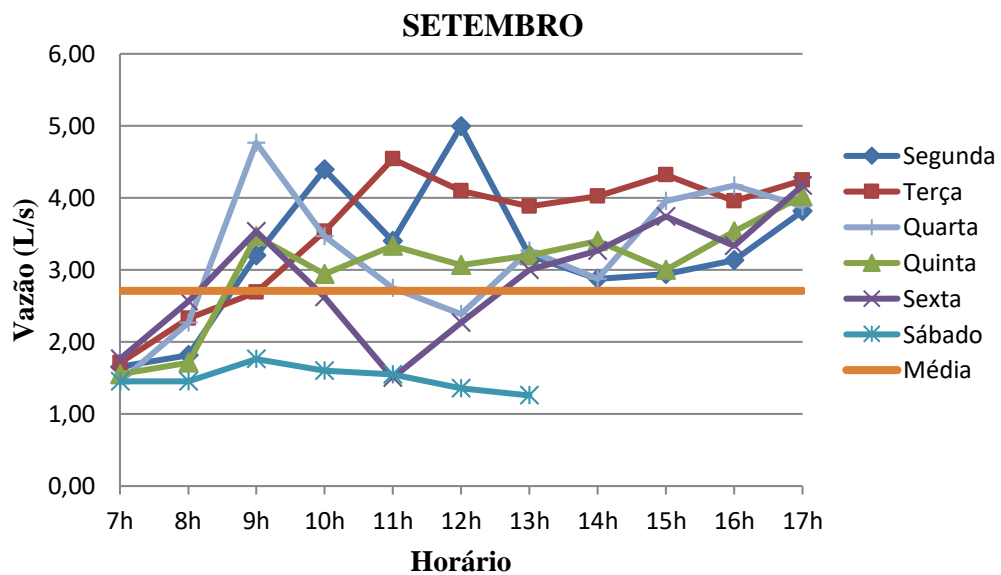


Figura 3: Variação da vazão da ETE da UFS no mês de Setembro

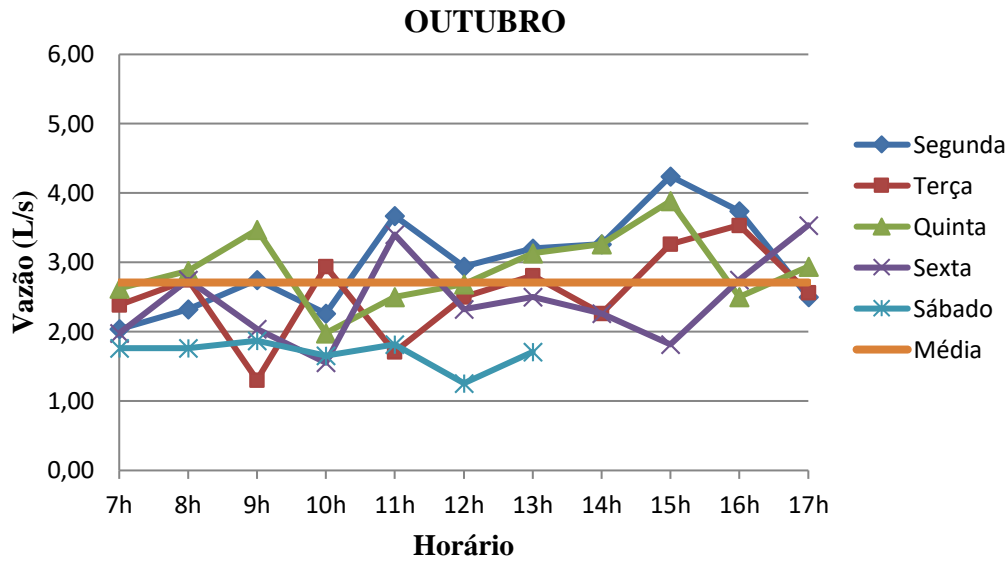


Figura 4: Variação da vazão da ETE da UFS no mês de Outubro

As figuras mostram que a variação de vazão na estação é pequena, ocorrendo picos em determinados horários. Esses picos podem ser originados devido à contribuição da estação elevatória, que recebe cerca de 60% do esgoto gerado, onde a bomba é acionada quando o volume atinge certa cota.

Com os valores obtidos, calculou-se a vazão média diária de cada mês e a vazão média de todo período de acompanhamento (Tabela 1), a qual foi utilizada para fazer comparações com o valor previsto em projeto para o corrente ano.

Tabela 1: Vazão média diária e vazão média de observação

Mês	Vazão (L/s)					
	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado
Agosto	2,68	3,00	2,92	3,33	2,37	1,79
Setembro	3,22	3,57	3,20	3,02	2,89	1,50
Outubro	3,00	2,55	-	2,90	2,45	1,68
<b>Vazão média do período: 2,71</b>						

Nota: Os dados da quarta-feira (12/10/16) não foram observados devido ao feriado nacional.

Durante o acompanhamento, foi possível constatar que a média da vazão observada na ETE está bem menor que a prevista para este ano, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2: Comparação entre valor de vazão prevista e vazão observada

Ano	População (hab.)	Vazão média projetada (L/s)	Vazão média observada (L/s)	Demanda diária atual de esgoto (L/pessoa)	Varição Percentual (%)
2016	22671	13,12	2,71	10,33	-79,34

Os dados de população e vazão de projeto expressos na Tabela 2, foram retirados do projeto da ETE.

De acordo com os dados, determinou-se também a vazão mínima (1,21 L/s) e máxima (4,99 L/s) do período de observação, a fim de calcular os parâmetros para comparação com valores de projeto.

Durante a retirada dos sólidos retidos no gradeamento, foi possível caracterizá-los e constatar que este material era formado, principalmente, por: sacolas e embalagens plásticas em geral, galhos e folhas de árvores, cabelos e tampas de garrafas.

O tipo do material encontrado pode estar relacionado ao grau de instrução da população atendida, que, em sua maioria, é composta por estudantes de nível superior, que possuem uma conscientização maior com relação a possíveis problemas que esse descarte indevido pode causar na rede. Conforme Jordão e Pessôa (1995) [3], a quantidade e a qualidade do material retido é função da educação sanitária da população servida, que muitas vezes lança na rede esgotos materiais que não deveriam ser lançados nas partes componentes dos sistemas de esgotamento sanitário. A quantidade de material retido foi consideravelmente pequena com relação ao intervalo de 33 dias entre uma limpeza e outra, sendo o peso total de 470,13 g. Essa pequena quantidade deve ser causada pelo espaçamento entre as barras estar maior que o indicado em projeto, onde o valor seria 2,76 cm e foi executado como sendo 4,5 cm.

A princípio, pensou-se que a baixa retenção de sólidos no gradeamento seria principalmente devido à educação sanitária da comunidade universitária, mas, após a constatação de espaçamento entre as barras maior que o determinado em projeto, essa hipótese foi desconsiderada como principal fator.

De acordo com as informações observadas e com Azevedo Netto et al. (1977) [5], pode-se classificar a grade como sendo média para o espaçamento dimensionado em projeto de 2,76 cm e grade grossa para o valor adotado na execução de 4,5 cm. Com os dados do projeto, foi possível calcular que seriam necessárias oito barras, mas foram instaladas apenas cinco. O canal do gradeamento possui largura de 0,27 m, atendendo às questões de trabalhabilidade, facilidade de limpeza e execução, e o comprimento é de 1,46 m.

Durante a execução da limpeza da caixa de areia, notou-se uma significativa quantidade de material acumulado ao longo do canal. Isso pode ser devido a pontos de entrada de areia na rede coletora e nos poços de visitas ou devido ao período de 33 dias sem realizar a limpeza. Observou-se também que todo o trabalho de remoção é manual e trabalhoso, visto que o desarenador fica a uma cota de cerca de 1,70 m abaixo do terreno, cada balde com areia pesa aproximadamente 45 kg e que toda limpeza é realizada por apenas uma pessoa.

A quantidade total de material removido foi obtida aproximando o volume de oito baldes e usando a densidade da areia de projeto, obtendo-se como resultado 160 L, ou seja, cerca de 400 kg de areia para um intervalo de 33 dias.

Observou-se que o desarenador sempre funciona com um canal fechado, diminuindo a área para a sedimentação das partículas. Como a limpeza não é realizada adequadamente, isso faz com que essas partículas não tenham espaço para sedimentar, passando livremente para as etapas posteriores, podendo causar, segundo Silva e Carvalho (2002) [7], abrasão nos equipamentos e tubulações; possibilidade de obstrução em tubulações, orifícios, sifões; e dificuldade de transporte do líquido, principalmente a transferência de lodo, em suas diversas fases.

#### 4. CONCLUSÃO

Durante o período de acompanhamento, a estação estava funcionando com uma vazão quase 80% menor a qual foi projetada, isso pode interferir em alguns parâmetros. No tratamento preliminar, o valor da vazão influencia diretamente na velocidade do líquido. Na caixa de areia, por exemplo, pode ocorrer sedimentação do material orgânico, causando mau odor nessa etapa, porém uma velocidade alta acarreta o arraste da areia. Observa-se, então, a importância do acompanhamento e controle da vazão para garantir uma eficiência maior do tratamento.

O sistema de gradeamento não estava desempenhando o seu papel adequadamente, pois, como foi observado, o espaçamento das barras é bastante superior ao valor proposto no projeto e, com isso, a quantidade de material retido foi pequena. Isso implica, possivelmente, que uma elevada parcela desse material não é retida na grade, podendo ocasionar problemas nos equipamentos e unidades subsequentes.

A quantidade de areia que chega ao desarenador foi consideravelmente grande, visto que o índice de chuvas foi pequeno durante o período.

O bom funcionamento da estação depende da correta operação das unidades que compõem o tratamento preliminar, da vazão e das características da água residuária a ser tratada. Para garantir uma efetiva remoção dos sólidos grosseiros e da areia presentes no efluente, deve-se estabelecer uma rotina operacional que possibilite a limpeza do gradeamento e da caixa de areia com uma frequência adequada. A limpeza das grades deve ser no mínimo diária e a remoção da areia no desarenador necessita ter uma frequência de no mínimo uma vez por semana, dependendo da quantidade de areia.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FUNASA – Fundação Nacional da Saúde. Manual de Saneamento. Ministério da Saúde. Brasília, 2015. Disponível em: <[http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files\\_mf/eng\\_saneam2.pdf](http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/eng_saneam2.pdf)>. Acesso em jul. 2016. 648 p.
2. Nuvolari A. Esgoto Sanitário - Coleta, transporte, tratamento e reúso agrícola. 2. Ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Blucher; 2011. 565 p.
3. Jordão EP, Pessôa CA. Tratamento de esgotos domésticos. 3. Ed. Rio de Janeiro: ABES; 1995. 720 p.
4. Azevedo Netto JM. Curso de Tratamento de Águas Residuárias. Revista DAE. São Paulo, 1970. Capítulo 4, Caixas de areia (Desarenadores); p. 64-76 Disponível em: <[http://revistadae.com.br/artigos/artigo\\_edicao\\_49\\_n\\_680.pdf](http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_49_n_680.pdf)>. Acesso em set. 2016.
5. Azevedo Netto JM, Pera AF, Martins JÁ, Hespanhol I. Sistemas de esgotos sanitários. São Paulo: CETESB; 1977. 467 p.
6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 12209: Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários. 2. Ed. Rio de Janeiro; 2011.
7. Silva DO, Carvalho ARP. Tratamento de Efluentes. Kurita - Soluções de Engenharia para Tratamento de Águas Industriais. São Paulo, 2002. Disponível em: <<http://kurita.com.br/index.php/artigostecnicos/tratamentodeefluentes/>>. Acesso em out. 2016. 3 p.