

## **Uma visão sobre o funcionamento de estações de tratamento de esgoto: estudos de caso**

*An insight into the operation of sewage treatment plants: case studies*

*Una idea de la operación de las plantas de tratamiento de aguas residuales: estudios de  
caso*

### **João Miguel Mercês Bega**

Mestrando em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais, bolsista CNPq, Unesp, Brasil.  
joamiguelbega@gmail.com

### **Juliana Cristina Ribeiro Almeida**

Mestranda em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais, bolsista CAPES, Unesp, Brasil.  
juliana-almeida15@hotmail.com

### **Natasha Ulhiana Ferreira Ribeiro**

Mestranda em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais, bolsista CAPES, Unesp, Brasil.  
natasha\_ul@yahoo.com.br

### **Amanda de Moraes Ricardi**

Mestranda em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais, bolsista CNPq, Unesp, Brasil.  
amandademricardi@gmail.com

**RESUMO**

O ser humano tem se tornado cada vez mais exigente quanto às suas necessidades no tocante do uso da água. Assim, as estações de tratamento de esgoto (ETE) vêm recebendo cada vez mais águas residuárias. Nem toda a população tem acesso a este serviço, estando ele em falta, muitas vezes, à parcela mais carente e localizadas em ambiente rural. Isto posto, evidencia-se a necessidade de investimento em ETEs e a importância de manutenção das que já estão em funcionamento, para que cumpram o papel a qual foram designadas. Neste contexto, este trabalho buscou verificar o funcionamento de duas ETEs, uma utilizando o sistema de tratamento de lodo ativado e outra de lagoa anaeróbia – facultativa. Pela visita *in loco*, ficou evidente como ambas trabalham, assim como suas partes constituintes. Alguns problemas foram verificados, sendo eles: corrosão das estruturas metálicas do tratamento preliminar; espuma formada pela presença de óleos e graxas nas lagoas; e, por fim, ineficiência do sistema mecânico por falta de manutenção.

**PALAVRAS-CHAVE:** Poluição. ETEs brasileiras. Lagoas de estabilização.

**ABSTRACT**

*Human beings have become increasingly demanding about their needs regarding water use. Thus, sewage treatment plants (WWTP) are receiving more and more wastewater. Not all the population has access to this service, being often missing the most deprived and located in rural environment. That said, it is evident the need for investment in WWTPs and the importance of maintaining those already in operation, so that they fulfill the role to which they were assigned. In this context, this work aimed to verify the operation of two WWTPs, one using the activated sludge treatment system and the other of anaerobic - facultative lagoon. From the on-site visit, it became evident how both work, as well as their constituent parts. Some problems were verified, namely: corrosion of the metallic structures of the preliminary treatment; scum formed by the presence of oils and greases in the lagoons; and, finally, mechanical system inefficiency due to lack of maintenance.*

**KEYWORDS:** Pollution. Brazilian WWTPs. Stabilization ponds.

**RESUMEN**

*Los seres humanos se han vuelto cada vez más exigentes con respecto a sus necesidades con respecto al uso del agua. Por lo tanto, las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) reciben cada vez más aguas residuales. No toda la población tiene acceso a este servicio, ya que a menudo faltan los más desfavorecidos y ubicados en el medio rural. Dicho esto, es evidente la necesidad de invertir en PTARs y la importancia de mantener los que ya están en funcionamiento, para que cumplan el papel que les asignaron. En este contexto, este trabajo tuvo como objetivo verificar la operación de las PTARs, una que usa el sistema de tratamiento de lodos activados y la otra de la laguna anaeróbica facultativa. A partir de la visita *in situ*, se hizo evidente cómo funcionan ambos, así como sus partes constitutivas. Se verificaron algunos problemas, a saber: corrosión de las estructuras metálicas del tratamiento preliminar; escoria formada por la presencia de aceites y grasas en las lagunas; y, finalmente, la ineficiencia del sistema mecánico debido a la falta de mantenimiento.*

**PALABRAS CLAVE:** Contaminación. PTAR brasileñas. Estanques de estabilización.

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil passa por sérias dificuldades na desigualdade e déficit dos serviços de saneamento básico devido ao fato de que os investimentos no setor de saneamento, desde a década de 1960, foram escassos e presentes apenas em alguns períodos. Além do mais, a quantidade de água necessária para o desenvolvimento das atividades humanas, tanto no processo de produção de vários tipos de produtos quanto no abastecimento para o consumo de água propriamente dito, vem aumentando significativamente ano após ano (LEONETI *et al.*, 2011).

Quando se trata de coleta e tratamento de esgotos sanitários, o déficit é ainda maior. Esse serviço é privilégio de apenas uma parcela da população. A população mais carente desse serviço se concentra nas regiões periféricas dos centros populacionais e em áreas rurais, caracterizada principalmente por habitantes de baixo poder aquisitivo (OLIVEIRA JUNIOR, 2013).

Uma solução para a preservação dos recursos hídricos é o investimento em estações de tratamento de esgoto sanitário (ETE) e no saneamento. Essas estações devem produzir, em um menor espaço de tempo, a capacidade de autodepuração dos cursos d'água. O acompanhamento e uma correta manutenção dos serviços de esgotos já existentes é de grande importância para a preservação e melhora do cenário de saneamento no país.

Desta forma, o presente trabalho buscou apresentar o funcionamento de duas ETEs localizadas no estado de São Paulo, tendo elas diferentes tipos de processos empregados no tratamento das águas residuárias. Para auxiliar na compreensão do texto, elaborou-se também uma breve revisão dos conceitos relacionados à temática de tratamento de esgotos sanitários, principalmente envolvendo as ETEs estudadas.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Lodo ativado

#### 2.1.1 Princípio

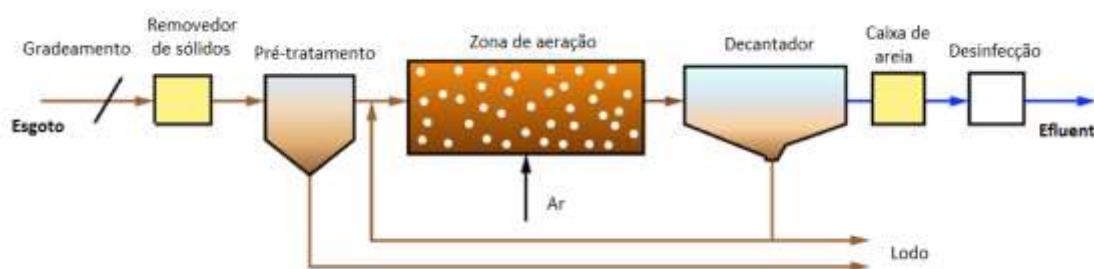
Os processos de tratamento biológico de águas residuais, baseados no princípio do lodo ativado, são um dos sistemas microbianos antropogênicos mais elaborados, voltados para uma finalidade: limpar a água residual. A capacidade dos microorganismos do lodo ativado, principalmente bactérias e protozoários, de degradar diversas substâncias orgânicas e reciclar elementos como nitrogênio, fósforo e carbono é explorada com sucesso há quase um século (VANYSACKER *et al.*, 2014).

O sistema de tratamento de lodo ativado é um sistema de efluentes líquidos, que apresenta alta eficiência de remoção de matéria orgânica presente em efluentes domésticos e industriais. Ele consiste no processo biológico no qual o esgoto afluente e o lodo ativado são intimamente misturados, agitados e aerados, ocorrendo à decomposição da matéria orgânica pelo metabolismo das bactérias presentes.

### 2.1.2 Partes constituintes

Atualmente, a maioria das estações de tratamento de águas residuais consiste em um reator aeróbio que contém difusores submersos para misturar e arejar as águas residuárias (Figura 1). O reator é geralmente seguido por um tanque de sedimentação, onde a biomassa bacteriana é separada do sobrenadante líquido (SEVIOUR e NIELSEN, 2010).

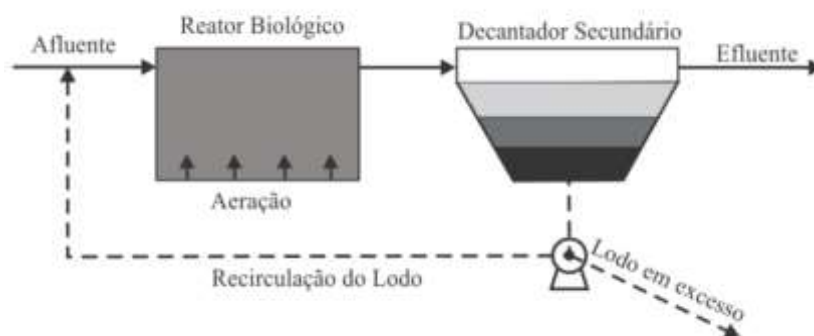
Figura 1: Sistema convencional de lodo ativado



Fonte: Adaptado de Vanysacker *et al.* (2014).

A fim de obter uma melhor compreensão do processo, em termos de operação, uma descrição do sistema básico (Figura 2), que compõe o processo tradicional, se conduz a seguir.

Figura 2: Sistema básico de lodo ativado



Fonte: Lima (2011)

#### 2.1.2.1 Tanque de aeração

Nesta unidade do sistema acontecem as reações bioquímicas de degradação da matéria orgânica (SPERLING, 1997). De acordo com Oliveira (2014), no tanque de aeração, os microorganismos consomem o substrato presente no efluente para se desenvolverem. Desta maneira, verifica-se um aumento da necessidade de oxigênio nos flocos, sendo suprida seja por convecção forçada da atmosfera ou por injeção de ar ao meio líquido. Além do mais, é preciso garantir uma concentração considerável de flocos no tanque de aeração. Por esta razão, é realizado o retorno contínuo do lodo ativado do decantador secundário para o tanque de aeração.

#### **2.1.2.2 Decantador secundário**

O lodo ativado é separado no decantador secundário devido as suas propriedades de flocular e sedimentar. Segundo Sperling (1997), este efeito é resultado da produção de uma espécie de “estrutura gelatinosa”, a qual permite a aglutinação de bactérias, protozoários, outros microorganismos e matéria orgânica em flocos macroscópicos.

Jordão e Pessôa (1995) comentam que um decantador secundário com um desempenho razoável possui as seguintes funções: realizar uma separação eficaz dos sólidos oriundos do tanque de aeração, o que promove um efluente final clarificado, de baixa turbidez, bem como baixa concentração de sólidos em suspensão, na escala de 20 a 30 mg.L<sup>-1</sup>; adensar de maneira satisfatória o lodo sedimentado, o qual irá compor o lodo ativado a ser retornado para o tanque de aeração.

Os decantadores secundários recebem também a designação de clarificadores secundários, pois geram um efluente mais límpido, com baixa turbidez e baixo teor de sólidos suspensos.

#### **2.1.2.3 Sistema de recirculação do lodo**

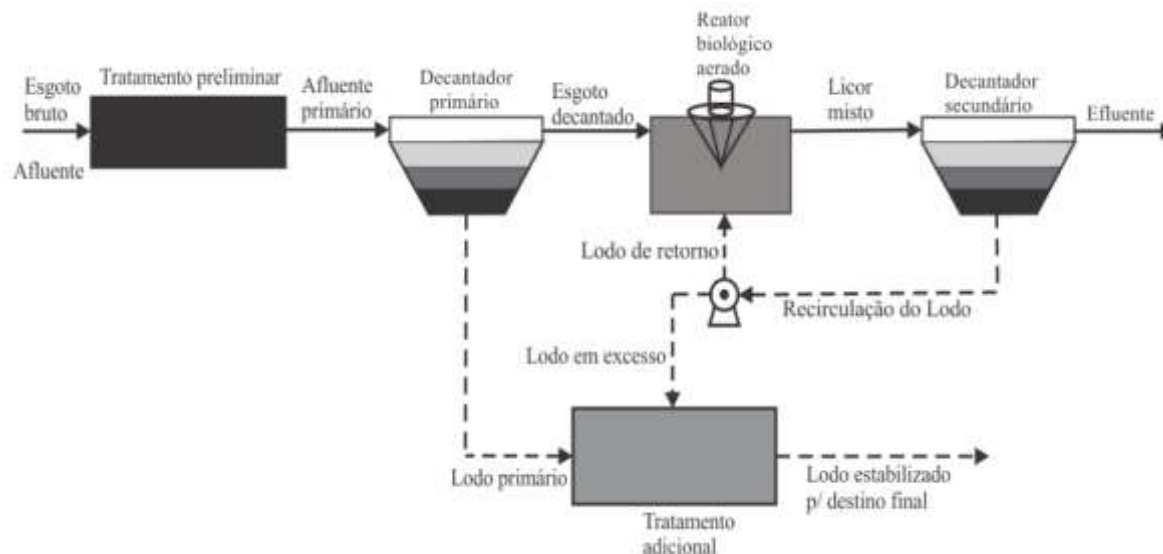
Este sistema é responsável pelo retorno de uma parte do lodo rico em microrganismos ao reator, garantindo uma maior eficiência na remoção de matéria orgânica. Tem-se também uma descarga proposital do lodo (lodo em excesso), devido ao tratamento contínuo de águas residuais no reator. Caso contrário, haveria um lodo excessivo no reator, levando a um mau funcionamento do sistema (LIMA, 2011). O lodo em excesso passa pelo processo de estabilização, evitando a putrefação deste.

### **2.1.3 Sistemas de lodo ativado**

#### **2.1.3.1 Fluxo contínuo convencional**

No sistema de lodo ativado convencional (Figura 3), o esgoto bruto passa por um tratamento primário para retirar uma parte da matéria orgânica antes do tanque de aeração, com o objetivo de reduzir o tempo de aeração e o volume de águas residuais dentro do reator, para economizar energia.

Figura 3: Fluxograma do sistema de lodo ativado convencional



Fonte: Lima (2011).

De acordo com Lima (2011), neste sistema, na prática, tem-se que a idade do lodo é de 4 a 10 dias. Com essa idade, a biomassa presente no lodo em excesso possui um elevado teor de matéria orgânica contida nas suas células. Para sua estabilização, este passa por um tratamento adicional com as seguintes etapas: adensamento, digestão e desidratação, tendo um produto final sólido ou semissólido.

A desidratação consiste no processo para aumentar o teor de sólido do lodo e, conseqüentemente, reduzir o volume. O processo de digestão visa diminuir a quantidade de matéria orgânica, que torna o lodo putrescível. Por fim, o adensamento tem por finalidade reduzir o volume do lodo, para a sua disponibilidade final. Geralmente, este produto final é utilizado na agricultura, enterrado ou incinerado.

### 2.1.3.2 Aeração prolongada (Fluxo contínuo)

Similar ao sistema convencional, com a diferença que a biomassa permanece mais tempo no sistema (18 a 30 dias), necessitando de tanques de aeração maiores, porém continua recebendo a mesma carga de demanda bioquímica de oxigênio (DBO). Desta maneira, conseqüentemente, existirá menor concentração de matéria orgânica por unidade de volume e menor disponibilidade de alimento. Para sobreviver, as bactérias utilizam a matéria orgânica do próprio material celular para a sua manutenção. Em decorrência, o lodo excedente retirado já sai estabilizado (SPERLING, 1997).

Este sistema não possui decantador primário.

A etapa de tratamento adicional envolve somente os processos de adensamento e desidratação.

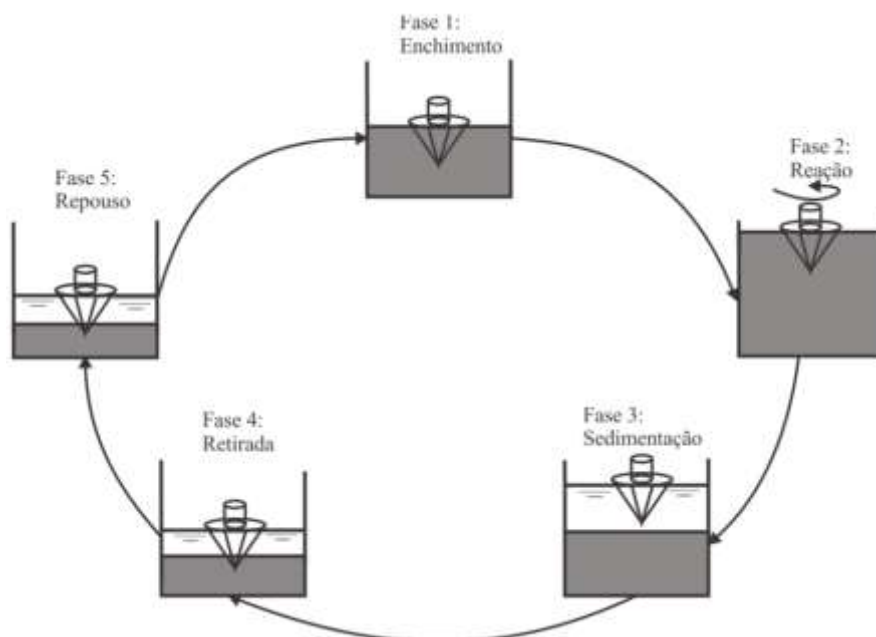
### 2.1.3.3 Fluxo intermitente (Batelada)

Segundo Haandel e Marais (1999), neste sistema há apenas uma unidade e todas as etapas de tratamento do esgoto ocorrem dentro do reator, como por exemplo: tratamento preliminar, decantação primária, oxidação biológica e decantação secundária. Isto é possível

estabelecendo as seguintes fases de operações com durações definidas (Figura 4): enchimento, reação, sedimentação, retirada do efluente e repouso.

Na primeira fase, a capacidade do reator é tomada por águas residuais. Na sequência, inicia-se o processo de oxidação da matéria orgânica presente nas águas residuárias. Nesta fase, os aeradores permanecem ligados fornecendo oxigênio para os microrganismos. Na terceira etapa, tem-se a sedimentação do lodo, sendo a aeração do sistema desligada. Posteriormente, na quarta fase, o efluente tratado e o lodo em excesso são descarregados. Na quinta fase, o reator é colocado em repouso, preparando o sistema para um novo ciclo (LIMA, 2011).

Figura 4: Fluxograma do sistema de lodo ativado de fluxo intermitente



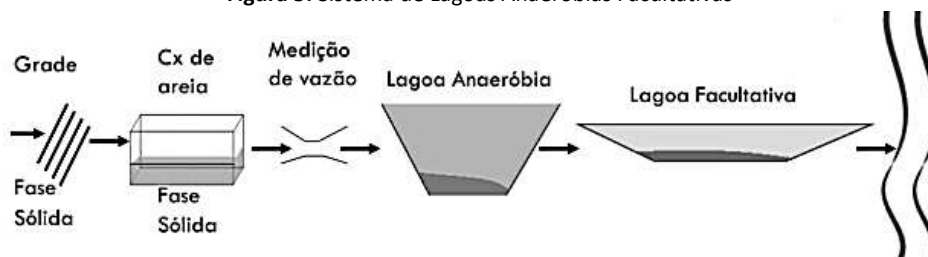
Fonte: Lima (2011).

## 2.2 Lagoas Anaeróbias - Facultativas

O sistema de lagoas anaeróbias seguido por facultativas é muito utilizado para diminuição das dimensões de sistemas que utilizam apenas lagoas facultativas. As lagoas anaeróbias possuem menores dimensões e maiores profundidades, por este fator, a fotossíntese quase não ocorre, o que torna o consumo de oxigênio muito maior que a produção. Em um período de detenção de 3 a 5 dias, a decomposição da matéria orgânica é apenas parcial, uma vez que as bactérias anaeróbias possuem um metabolismo mais lento que bactérias aeróbias. O sistema, geralmente, possui uma eficiência de 50 a 60% para remoção de DBO, contribuindo significativamente para diminuição da carga que a lagoa facultativa recebe (SPERLING, 1996).

Na lagoa facultativa, a DBO particulada (matéria em suspensão) tende a sedimentar, formando o lodo de fundo. Já a DBO solúvel (matéria dissolvida) é degradada por bactérias facultativas, que podem sobreviver tanto na presença quanto na ausência de oxigênio. Na respiração aeróbia, há o consumo de oxigênio, o qual é suprido pela fotossíntese realizada pelas algas. Assim, existe um equilíbrio entre a produção e consumo de oxigênio. A Figura 5, a seguir, ilustra um esquema de um sistema de lagoas anaeróbias facultativas.

Figura 5: Sistema de Lagoas Anaeróbias Facultativas



Fonte: Sperling (1996).

### 3 METODOLOGIA

Foram realizadas duas visitas técnicas, sendo estas nas ETEs de Votuporanga (04/10/2018) e de Presidente Prudente (05/10/2018). As duas cidades se encontram localizadas no estado de São Paulo.

As informações necessárias para a elaboração deste trabalho foram obtidas por profissionais das ETEs, além de deduções realizadas pelos autores pelo que puderam observar *in loco*.

### 4 ETE DE VOTUPORANGA

A ETE objeto de visita foi a “Estação de Tratamento de Esgoto – Antônio Aparecido Polidoro”, mostrada na Figura 6, localizada na zona rural de Votuporanga, sendo a segunda ETE do município. Esta estação foi inaugurada em 2010. Antes de sua construção, todo o esgoto era lançado sem tratamento no Córrego Marinheirinho, degradando a qualidade deste recurso hídrico.

O esgoto da cidade é direcionado para a estação via força gravitacional, sendo, portanto, um processo eficiente e econômico, por meio de emissários, percorrendo um trajeto de 14 km.

A ETE tem capacidade para tratar  $370 \text{ L} \cdot \text{s}^{-1}$ . O tratamento é feito pelo sistema australiano, com quatro lagoas: duas anaeróbias e duas facultativas. A dupla de lagoas maiores apresentam uma extensão de aproximadamente 800 metros. A taxa de eficiência de remoção da DBO para este sistema está entre 83 e 85%.



Figura 6: Imagem aérea da ETE “Antônio Aparecido Polidoro”



Fonte: Portal do município de Votuporanga (2018).

Quanto às etapas do processo de tratamento das águas residuárias afluentes ao sistema, seguindo uma ordem, tem-se: gradeamento grosseiro, gradeamento médio, desarenador, medidor de calha parshall, lagoas anaeróbias e lagoas facultativas. A seguir, apresentam-se cada uma destas etapas:

Gradeamento: o tratamento preliminar se inicia com a passagem do esgoto por uma grade grosseira (Figura 7a), que visa a retirada do material com dimensões superiores ao espaçamento das barras. O gradeamento médio conta com uma limpeza mecanizada (Figura 7b). Os sólidos retidos são encaminhados para caçambas, onde posteriormente são levados para aterros.

Figura 7: (a) grade grosseira na entrada do tratamento e (b) gradeamento médio



Fonte: Autores.

Desarenador: tem como função a retirada de areia, sendo projetado nesta ETE para realizar uma limpeza mecânica, utilizando um sistema de palhetas e roscas infinitas para o transporte do material sedimentado, conforme pode ser observado na Figura 8.

**Figura 8:** Desarenador da ETE de Votuporanga



Fonte: Autores.

Calha Parshall: utilizada para medir vazões em canais abertos com líquido fluindo por ação da gravidade. Na ETE em questão, tem-se uma calha parshall imediatamente após o término do tratamento preliminar, objetivando a medição, com relativa facilidade, da vazão de entrada do afluente do tratamento secundário.

Lagoas anaeróbias: início do tratamento secundário. Em ambientes anaeróbios ocorrem processos metabólicos de fermentação e respiração, seguindo o conceito de oxidação de matéria orgânica nesse meio. Geralmente, a altura da lagoa varia entre 3,5 e 5,0 metros, sendo uma profundidade suficiente para impedir a entrada de radiação, favorecendo um ambiente ideal para que os processos anaeróbios sejam superiores aos aeróbios. O tempo de retenção hidráulica nesse meio varia de 3 a 5 dias, com intervalos de limpeza superiores a 10 anos. A Figura 9 mostra uma das lagoas anaeróbias desta ETE.

**Figura 9:** Lagoa anaeróbia da ETE Polidoro



Fonte: Autores.

Lagoa facultativa: consiste basicamente na retenção dos esgotos por um período de tempo suficientemente longo para a ocorrência dos processos naturais de estabilização da matéria orgânica se desenvolverem. Em suma, o afluente entra por uma extremidade da lagoa, e sai

pela extremidade oposta. Durante o percurso, o processo de purificação do esgoto ocorre em três zonas da lagoa: anaeróbia, aeróbia e facultativa (SPERLING, 1996). Uma das lagoas facultativas é mostrada na Figura 10.

**Figura 10:** Lagoa facultativa da ETE Polidoro



Fonte: Autores.

Um sistema de dosagem de um agente químico para auxiliar na diminuição de espuma foi adicionado ao final do tratamento. Até então, a espuma era carreada para o corpo hídrico receptor, causando um certo desconforto no ambiente. Na saída da ETE existe uma outra calha parshall e um sistema de aeração compostos por degraus, conforme Figura 11, aumentando a concentração de oxigênio dissolvido (OD) em até  $2 \text{ mg. L}^{-1}$ .

**Figura 11:** Sistema hidráulico de aeração



Fonte: Autores.

Dentre os problemas identificados, pode-se citar o processo de corrosão da estrutura metálica do sistema de tratamento primário, que devido ao longo tempo de detenção hidráulica do esgoto dentro do emissário, desenvolvem-se processos de degradação da matéria orgânica por

meio de reações anaeróbias. Este fato é o responsável pelo aparecimento de ácidos voláteis que levam à corrosão das peças metálicas, conforme evidenciado na Figura 12.

**Figura 12:** Corrosão de elementos metálicos do sistema de tratamento preliminar



Fonte: Autores.

Foi verificado também a formação de espuma em algumas partes superficiais das lagoas, provavelmente pelo lançamento de óleos, gorduras e graxas. Na lagoa anaeróbia, a remoção desta espuma não é essencial, uma vez que auxilia na manutenção das condições anaeróbias. Todavia, é importante ficar atento com a proliferação de insetos e odor intenso.

## 5 ETE DE PRESIDENTE PRUDENTE

A ETE Limoeiro de Presidente Prudente, apresentada na Figura 13, se localiza a aproximadamente 800 metros do km 8 da rodovia Júlio Budiski. A área da ETE é de aproximadamente 162.000 m<sup>2</sup>, contando com uma potência instalada de 1.726 kW, funcionando 24 h. dia<sup>-1</sup>.

**Figura 13:** ETE de Presidente Prudente – SP



Fonte: Portal Prudentino (2012).

O esgoto gerado em Presidente Prudente chega à ETE via 42 estações elevatórias. O sistema de tratamento utilizado nesta estação é o de lodo ativado, sendo o lodo final disposto de forma a atender às exigências ambientais. Atualmente, todo o esgoto coletado é tratado. Ela é operada e mantida pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP). A eficiência do tratamento é de 95% para a remoção de DBO, atuando a uma vazão média de  $493 \text{ L.s}^{-1}$  de afluente, tratando em torno de  $12.243 \text{ kg.DBO}_5.\text{dia}^{-1}$ . O corpo hídrico receptor é o Córrego Limoeiro.

Em relação às etapas de tratamento da ETE Limoeiro, tem-se: gradeamento, estação elevatória de esgoto bruto, desarenadores, tanques de aeração, decantadores secundários, desinfecção, estação elevatória de recirculação de lodo, condicionamento do lodo, aterro sanitário e efluente final. Cada uma delas segue abordada em tópicos.

**Gradeamento:** parte aonde chega o esgoto, sendo responsável pela retirada do lixo, como por exemplo: pedras, madeiras e plásticos. Têm-se duas etapas, a de gradeamento grosso (Figura 14a) e a de gradeamento fino (Figura 14b). Na primeira, a limpeza é feita manualmente, sendo constituída por uma grade grossa. A segunda fase é composta por duas grades finas, pertencentes a um sistema mecanizado. Uma esteira transporta o material sólido retido, encaminhando-o para caçambas de coleta.

Figura 14: Gradeamento (a) grosso e (b) fino da ETE de Presidente Prudente – SP



Fonte: Autores.

**Estação Elevatória de Esgoto Bruto:** responsável pelo bombeamento do esgoto até os desarenadores. Este setor é constituído por três conjuntos moto-bomba de 75 kW cada, um gerador de 275 KVA incumbido de assegurar o funcionamento da estação caso falte energia, e por fim, uma calha parshall, para a medição de vazão.

**Desarenadores:** sua função é retirar a areia misturada nas águas residuárias, de modo a evitar o desgaste dos equipamentos, que pode levar a uma diminuição da eficiência do tratamento. Basicamente, dois conjuntos de raspadores e de roscas helicoidais retiram a areia depositada no fundo. A areia removida dos desarenadores são encaminhadas para caçambas. A Figura 15 mostra esta etapa.

Tanques de aeração: início do tratamento secundário, realizado em tanques de aeração prolongada (Figura 16). Estes tanques evitam à necessidade de um decantador primário e, conseqüentemente, à formação de lodo primário. Isso se torna vantajoso, uma vez que todo lodo formado na ETE é secundário, recebendo, portanto, o mesmo tratamento. A sobrevivência dos microorganismos aeróbios depende de oxigênio, fornecido por um sistema de sopradores, juntamente com os misturadores, que difundem o oxigênio produzido.

**Figura 15:** Desarenadores da ETE Limoeiro – Presidente Prudente



Fonte: Autores.

**Figura 16:** Tanques de aeração prolongada



Fonte: Autores.

Decantadores secundários: recebem o esgoto tratado do setor anterior e estes sofrem um processo de separação, onde o lodo mais pesado precipita ao fundo e a parte límpida converge pelas bordas dos tanques. Este setor é composto por três tanques.

Desinfecção: o objetivo deste setor está relacionado com a redução das concentrações de coliformes fecais e outros patógenos presentes no efluente líquido tratado. Um sistema de dosadores aplica cloro. Após o processo concluído, os efluentes líquidos tratados são lançados no Córrego Limoeiro. A vazão média de contribuição é de  $1.500 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ .

Estação elevatória de recirculação de lodo: tem como objetivo realimentar o processo biológico. A recirculação é feita através de três conjuntos moto-bomba de 45 kW cada.

Condicionamento do lodo: A SABESP de Presidente Prudente utiliza Geotubes, também conhecido como *bags*, com o objetivo de desidratar o lodo biológico que sobra do tratamento final do esgoto. Esses bags são colocados sob solo previamente impermeabilizado com lona plástica, manta de bidín e pedras britas. O depósito do lodo é feito via mangueirões dentro do Geotube que ficam expostos ao meio para que o excesso de água seja drenado através dos poros no tecido, resultando na desidratação e uma eficiente redução de volume de água.

Aterro sanitário: é formado por duas câmaras. Uma câmara possui área de 12.157,41 m<sup>2</sup> e volume de 48.630 m<sup>3</sup>, sendo utilizada para disposição em *bag* (Figura 17a). A outra câmara possui área de 16.007,45 m<sup>2</sup> e volume de 64.006 m<sup>3</sup>, sendo preparada para receber o lodo já misturado com cal (Figura 17b). Este procedimento faz com que o lodo fique inerte.

**Figura 17:** Aterro sanitário para descarte de lodo (a) em *bags* (b) e misturado com cal



Fonte: Autores.

Dentre os problemas relatados, um deles é a constante quebra dos equipamentos de limpeza mecanizada, assim como verificado na ETE de Votuporanga. Tem-se verificado quebra constante de motores e de redutores.

Os tanques de aeração da ETE apresentam problemas relacionados à formação de uma espuma de coloração marrom, na parte superficial. A formação excessiva desta espuma pode estar relacionada à presença de microorganismos filamentosos, ao valor baixo da relação A/M (Alimento/Microorganismos), à ocorrência de nitrificação, à existência de regiões com baixo valor de oxigênio dissolvido ou à alta idade do lodo.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As visitas forneceram uma noção prática sobre o funcionamento de ETEs que utilizam diferentes métodos de tratamento de esgotos sanitários, sendo lodo ativado e lagoa anaeróbia - facultativa. Além das diferenças de comum conhecimento, como a complexibilidade de operação do sistema e a eficiência de remoção da matéria orgânica, foi possível notar que

cada estação apresentou peculiaridades relacionadas à sua manutenção, que, caso não sejam tomadas as devidas providências, levam a perda da eficiência do tratamento.

#### AGRADECIMENTO

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de mestrado dos autores João Miguel Mercês Bega e Amanda de Moraes Ricardi, e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado das autoras Natasha Ulhiana Ferreira Ribeiro e Juliana Cristina Ribeiro Almeida.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GARCIA, D.C.O. **Avaliação de lagoas de lemnáceas no polimento de esgoto doméstico e produção de biomassa**. Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Ilha Solteira – SP, 2015.

HAANDEL, A. V.; MARAIS, G. **O comportamento do sistema de lodo ativado: Teoria e aplicações para projetos e operação**. Campina Grande: egraf, 1999.

JORDÃO, E.P.; PESSÔA, C.A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 3ª Ed. São Paulo: ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária Ambiental, 1995.

LEONETI, A.B.; PRADO, E.L.; OLIVEIRA, S.V.W.B. **Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI**. *Revista de Administração Pública*, [s.l.], v. 45, n. 2, p.331-348, abr. 2011.

LIMA, F.S.B.C. **Identificação de um sistema de lodo ativado de pequena escala desenvolvido em laboratório**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Maranhão, São Luis–MA, 2011.

OLIVEIRA JÚNIOR, JL. **Tratamento descentralizado de águas residuárias domésticas: uma estratégia de inclusão social**. In: LIRA, WS., and CÂNDIDO, GA., orgs. *Gestão sustentável dos recursos naturais : uma abordagem participativa*. Campina Grande: EDUEPB, p. 213 -232, 2013.

OLIVEIRA, P. H. S. **Influência da intensidade de aeração na formação do floco de lodo ativado e na eficiência de remoção da matéria orgânica**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal–RN, 2014.

PORTAL DO MUNICÍPIO DE VOTUPORANGA. **Saneamento básico de Votuporanga é referência no país**. 2018. Disponível em: <<http://votuporanga.sp.gov.br/n/noticia/impressao/?x=saevambiental&n=201861912151-saneamento-basico-de-votuporanga-e-referencia-no-pais>>. Acesso em: 20 de outubro de 2019.

PORTAL PRUDENTINO. **USP realiza pesquisa na estação de tratamento de esgoto de Prudente**. 2012. Disponível em: <<https://www.portalprudentino.com.br/noticia/noticias/presidente-prudente-noticias/usp-realiza-pesquisa-em-estacao-de-tratamento-de-esgoto-de-prudente>>. Acesso em: 21 de outubro de 2019.



SEVIOUR, R.; NIELSEN, P.H. **Microbial ecology of active sludge**. IWA publishing, Londres. 688 p. 2010.

SPERLING, M.V. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. Belo Horizonte - MG, Escola de Engenharia DESA-UFMG, 1996.

SPERLING, V.M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. Vol. 4. Lodos Ativados. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG. 415 p. 1997.

VANYSACKER, L.; BOERJAM, B.; DECLERCK, P.; VANKELECOM, I. F. J. **Biofouling ecology as a means to better understand membrane biofouling**. Applied Microbiology Biotechnology, v.98, p. 8047-8072, 2014.