



193 - EMPREGO DA METODOLOGIA DA AVALIAÇÃO ABRANGENTE DE DESEMPENHO PARA O DIAGNÓSTICO OPERACIONAL DE UMA ETE OPERANDO EM PLENA ESCALA

Bruno Sidnei da Silva ⁽¹⁾

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina. Mestre em Ciências pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Engenheiro do Departamento de Pesquisa, Desenvolvimento Tecnológico e Inovação da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP.

Luciano Reami

Engenheiro Civil. Doutor pela FEC – Unicamp. Gerente do setor de tratamento de esgoto da Sabesp de Franca.

Luíza Paula C. B. B. Peixoto

Química Industrial pela Universidade de Franca. Técnica em Sistema de Saneamento do Setor de Tratamento de Esgoto de Franca.

Marcos Marcelino de Andrade Cason

Engenheiro Eletricista pela Unesp. Engenheiro de Manutenção do Setor de Tratamento de Esgotos da Sabesp Franca.

Marcelo Kenji Miki

Engenheiro Civil. Gerente do Departamento de Projetos de Pesquisa da Superintendência de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP.

(1) Endereço: Rua Costa Carvalho, nº 300 – Pinheiros – São Paulo / SP - CEP: 05429-900 – Brasil. Tel: +55 (11) 3388-9751 - Fax: +55 (11) 3388-8695 - e-mail: bsidnei@sabesp.com.br.

RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados da aplicação da metodologia de avaliação abrangente de desempenho para o diagnóstico operacional de uma ETE operando em plena escala, localizada no Município de Franca, noroeste do Estado de São Paulo. A ETE Franca, mesmo após praticamente 20 anos de operação, tem apresentado altas eficiências de remoção de matéria orgânica (> 94% em termos de DBO) e o efluente da estação está em conformidade com os padrões de emissão e manutenção da qualidade da água do corpo receptor.

É natural que após todos esses anos de operação alguns equipamentos estejam com sua vida útil esgotada, dificultando, com isso, a manutenção das condições ótimas de operação da planta.

Assim, visando manter os padrões legais de emissão e de qualidade do corpo receptor e planejar as ações para os próximos vinte anos, é fundamental que o diagnóstico da planta seja realizado de forma abrangente, avaliando o impacto de cada unidade no processo como um todo.

PALAVRAS-CHAVE: Diagnóstico, Avaliação Abrangente de Desempenho, Estação de Tratamento de Esgotos Sanitários.

INTRODUÇÃO

Em 1999, dentro do subprojeto “Otimização de Estação de Tratamento de Esgotos” do Acordo de Cooperação Técnica entre o Estado de São Paulo e o Canadá, foi conduzido um Programa de Avaliação Abrangente de Desempenho (Comprehensive Performance Evaluation – CPE) na estação de tratamento de esgotos (ETE) de Suzano.

O Programa de Avaliação Abrangente de Desempenho estuda a operação, o projeto, a manutenção e a administração de uma ETE, visando determinar quais combinações de fatores limitam o desempenho da planta. A avaliação inclui a revisão do desempenho da planta, identificando e priorizando os fatores limitantes de desempenho, determinando se existe necessidade de assistência técnica e apresentando os resultados da avaliação. Uma avaliação das principais

unidades de processo determina a capacidade de cada processo em conseguir o desempenho requerido. O objetivo deste trabalho é utilizar parte da metodologia do Programa de Avaliação Abrangente de Desempenho para realizar o diagnóstico operacional da estação. A vazão de tratamento nominal em primeira etapa da ETE é de 750 L/s. Atualmente, a ETE trata uma vazão média de 480 L/s. Além do esgoto doméstico, a ETE recebe chorume de aterro sanitário e lodo de ETA, proveniente da ETA Norte. A figura a seguir apresenta uma vista panorâmica da estação.



Figura 1 - Vista panorâmica da ETE Franca.

A figura a seguir apresenta o fluxograma do processo de tratamento da estação, englobando as operações unitárias da fase líquida, sólida e gasosa.

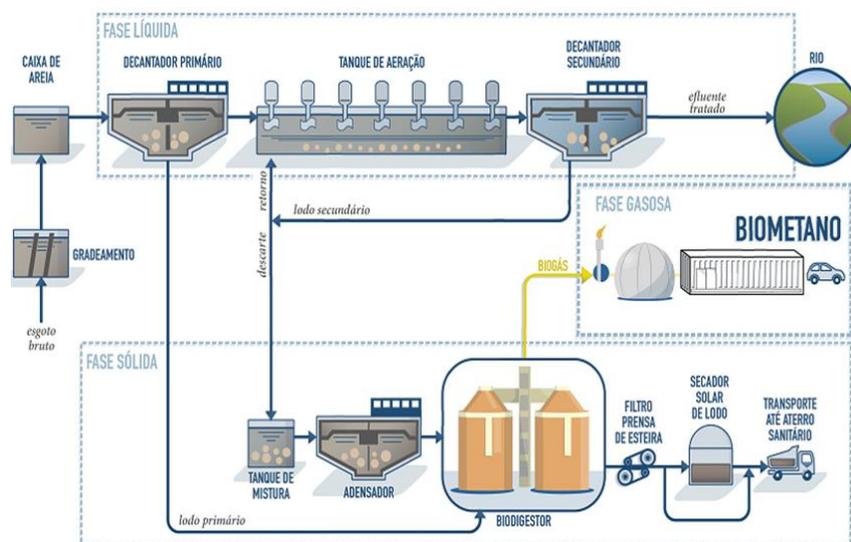


Figura 2 - Fluxograma do Processo de Tratamento da ETE Franca.

Para a elaboração do diagnóstico operacional foi realizado um levantamento de dados e informações em campo sobre o processo operacional, bem como utilizados dados operacionais da planta referente ao ano de 2016.

METODOLOGIA

Para a realização do diagnóstico operacional da ETE, foram segregadas as unidades integrantes da fase líquida, fase sólida e fase gasosa, bem como comparados os critérios de operação de cada unidade com aqueles previstos em projeto.

- **Fase Líquida**

Os tópicos a seguir apresentam as características das unidades integrantes da fase líquida do processo de tratamento.

A unidade de tratamento preliminar é composta por:

- Uma grade grossa de barras paralelas. Espaçamento de 50 mm.
- Duas grades finas de limpeza mecanizada. Espaçamento de 19 mm.



Figura 3 - Grade grossa (à esquerda) e grade fina (à direita).

- Duas caixas de areia
- Dimensões de cada caixa de areia: Largura = 3,85 metros
 Comprimento = 20,10 metros
 Volume = 265 m³

O esgoto bruto, após tratamento preliminar, segue para estação elevatória, que possui as seguintes características:

- 02 bombas + 01 reserva
- Vazão nominal de cada bomba = 620 L/s
- Altura manométrica = 18,65 metros de coluna de água
- Equipada com inversor de frequência

A unidade de tratamento primário é composta por:

- Características dos decantadores: Quantidade: três (serão quatro em 2ª etapa)
 Formato: circular
 Diâmetro: 24 metros
 Profundidade: 3,6 metros



Figura 4 - Vista dos Decantadores Primários.

O tratamento secundário é composto de um sistema de lodos ativados convencional com as seguintes características:

- Número de unidades: três, porém duas em operação (na segunda etapa será implantada mais uma unidade);
- Forma: Retangular (tronco de pirâmide invertido);
- Dimensões na superfície: Largura = 21,7 metros, Comprimento = 100 metros
- Dimensões no fundo: Largura = 11,7 metros, Comprimento = 90 metros
- Profundidade: 5,0 metros (1,0 metro de 'free board')
- Volume útil de cada tanque: 5.900 m³.
- Número de aeradores: 6 aeradores superficiais de baixa rotação de 75 cv.

- **Fase Sólida**

Os tópicos a seguir apresentam as características das operações unitárias integrantes da fase sólida do processo de tratamento.

A unidade de adensamento do lodo da estação foi projetada para fazer o espessamento do lodo primário e secundário em conjunto após passar por um tanque de mistura. Porém, atualmente o adensador por gravidade é utilizado para adensar somente o lodo secundário.

- Características dos adensadores: Quantidade: Dois
Formato: circular
Diâmetro: 20 metros
Profundidade: 4,0 metros



Figura 5 - Vista dos Adensadores Por Gravidade.

A ETE possui atualmente três digestores anaeróbios equipados com equipamento de mistura. Atualmente, dois digestores são utilizados como digestores primários e o terceiro digestor é utilizado como digestor secundário e tanque pulmão para homogeneização do lodo a ser desaguado na etapa posterior.

- Características dos digestores: Quantidade: Três (dois primários, um como tanque pulmão)
Formato: circular
Diâmetro: 19,8 metros
Altura: 22,0 metros
Volume unitário: 4.336 m³
Sem aquecimento



Figura 6 - Digestores Anaeróbios de Lodo.

A unidade de desaguamento do lodo da ETE Franca é composta por dois filtros prensa de esteiras.

- Características da unidade: Tipo: Filtro prensa de esteiras
Quantidade: Dois (Previsto mais um em 2ª Etapa)
Capacidade: 24 m³/h (máxima de 28 m³/h)
Coagulante: Polímero



Concentração da Solução de Polímero: 0,6%
Quantidade de Bombas de Polímero: 2 (1 por tanque)
Capacidade da Bomba de Polímero: 0,2 – 1,0 m³/hora
Volume do Tanque de Preparo: 4.000 litros



Figura 7 - Unidade de Desaguamento.

Atualmente, parte da torta de lodo da ETE Franca é encaminhada para secagem em estufa de secagem por irradiação solar, dimensionada em escala de demonstração.

- Características da unidade: Tipo: Secador de Lodo em Estufa Através de Irradiação Solar
Quantidade: Uma
Capacidade: 25 ton.lodo/dia a 20 % de TS.



Figura 8 - Secador de Lodo por Irradiação Solar.

- *Fase gasosa*

Os tópicos a seguir apresentam as características e condições operacionais das operações unitárias integrantes da fase gasosa do processo de tratamento, referente ao aproveitamento benéfico do biogás.

Atualmente, cerca de 50% do biogás produzido na ETE Franca é encaminhado para processo de produção de biometano para uso veicular. O restante é encaminhado para queima em flare aberto. A figura a seguir apresenta a produção atual de biogás, frente à produção teórica calculada.

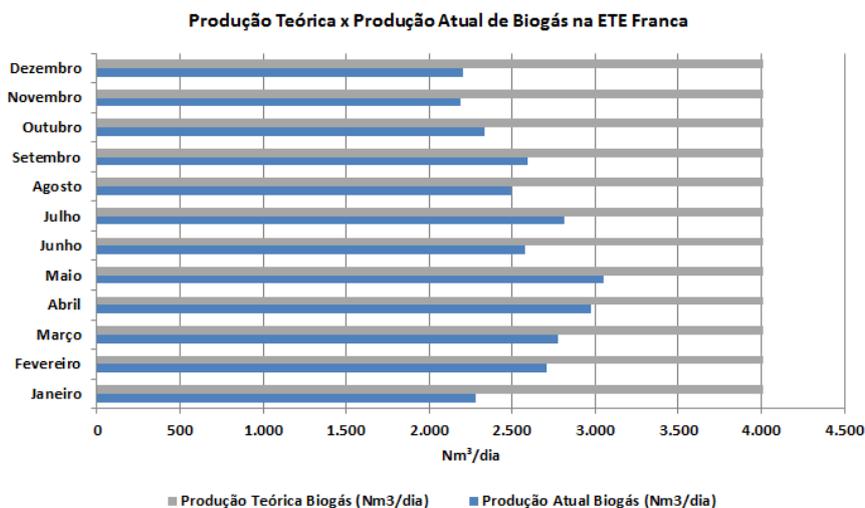


Figura 9 - Produção Teórica x Produção Atual de Biogás.

A figura a seguir apresenta uma imagem da unidade de beneficiamento para produção de biometano.



Figura 10 - Posto de Beneficiamento do Biogás e Produção de Biometano.

RESULTADOS

A figura a seguir apresenta uma síntese da capacidade de tratamento das principais unidades da ETE Franca, variando as condições de operação que cada unidade poderá ser submetida.

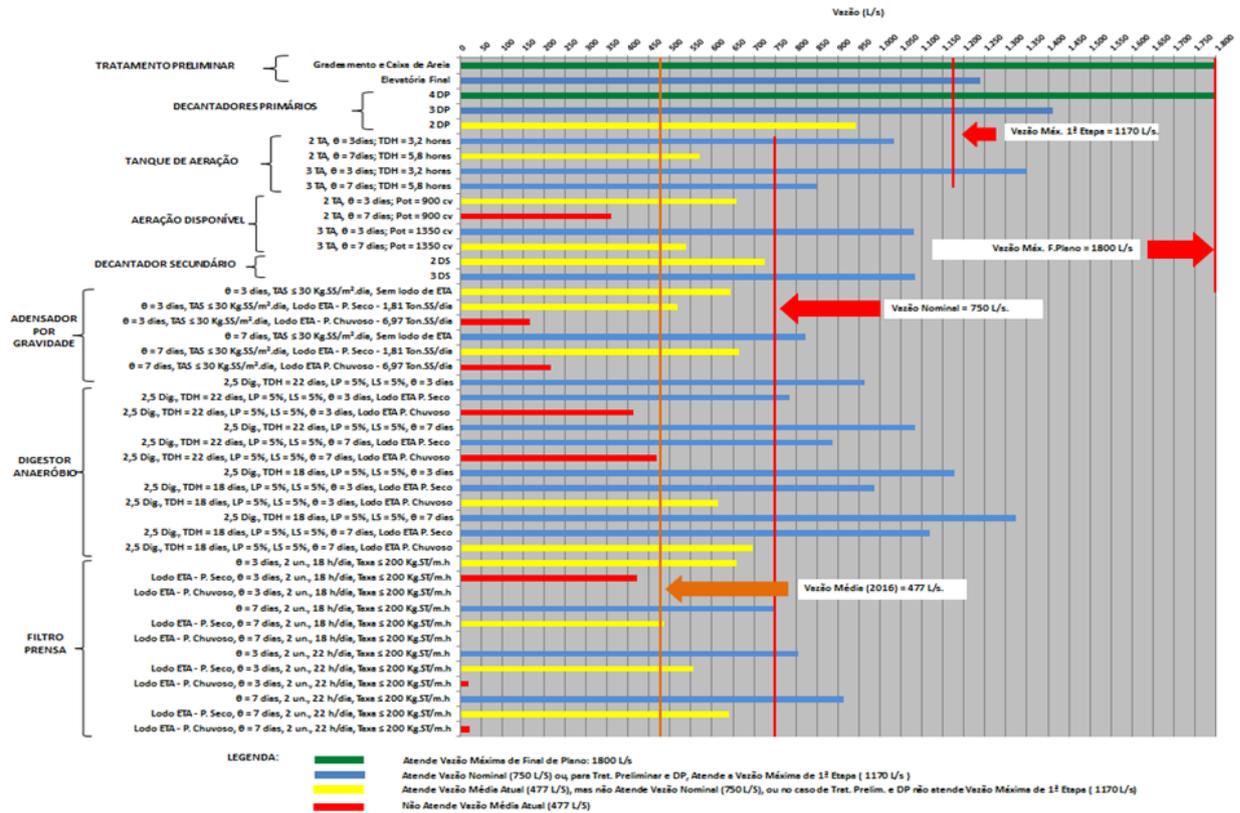


Figura 11 - Potencial de Desempenho das Unidades.

Observa-se da figura 11 que com três decantadores primários em operação, é possível atender a vazão máxima de projeto de primeira etapa da ETE. Porém, para atender a vazão máxima de segunda etapa deverá ser construído um quarto decantador.

A capacidade de tratamento do tanque de aeração é limitada pela potência disponível no sistema. Com dois TAs em operação, é possível tratar a vazão atual com idade do lodo de 3 dias, porém não é possível tratar a vazão nominal. Para atender a vazão nominal da ETE, o terceiro TA, atualmente reservado para recebimento de chorume, terá que ser colocado em operação, e operado com baixa idade do lodo (~ 3 dias). Na avaliação da capacidade do tanque de aeração foram adotadas as seguintes premissas: concentração máxima de SST no reator de 3.500 mg/L, DBO de 212 mg/L, DQO de 382 mg/L e NTK de 45 mg/L.

Ainda com relação ao tratamento secundário, vale ressaltar que a ETE foi projetada para operar com idade do lodo de 7 dias. A vantagem de se operar com idade do lodo mais baixa, em torno de 3 dias, é diminuir a demanda de oxigênio e, com isso, reduzir o gasto com energia elétrica, além de se ter um lodo mais digerível para o digestor de lodo, maximizando a produção de biogás.

Na tabela a seguir estão os principais dados operacionais do processo de lodos ativados.



Tabela 1 - Dados de monitoramento do tanque de aeração.

| Mês | Tanque de aeração 01 | | | | Tanque de aeração 03 | | | |
|-----------|----------------------|------------|------------|-------------------|----------------------|------------|------------|-------------------|
| | OD (mg/L) | IVL (mL/g) | SST (mg/L) | Idade do lodo (d) | OD (mg/L) | IVL (mL/g) | SST (mg/L) | Idade do lodo (d) |
| Janeiro | 2,1 | 133 | 2.777 | 2,8 | 2,2 | 111 | 2.313 | 2,8 |
| Fevereiro | 2,1 | 118 | 2.057 | 2,8 | 2,4 | 109 | 1.742 | 2,8 |
| Março | 2,2 | 97 | 1.768 | 2,8 | 2,2 | 93 | 1.585 | 2,8 |
| Abril | 2,0 | 130 | 1.746 | 2,8 | 2,1 | 116 | 1.530 | 2,8 |
| Mai | 2,1 | 118 | 1.837 | 2,8 | 2,2 | 112 | 1.577 | 2,8 |
| Junho | 2,1 | 160 | 1.939 | 2,9 | 2,2 | 141 | 1.697 | 2,9 |
| Julho | 2,1 | 110 | 2.080 | 3,0 | 2,1 | 105 | 1.867 | 3,0 |
| Agosto | 1,9 | 148 | 2.254 | 3,0 | 2,0 | 128 | 2.069 | 3,0 |
| Setembro | 1,8 | 170 | 2.141 | 3,0 | 2,0 | 163 | 1.874 | 3,0 |
| Outubro | 1,7 | 238 | 2.459 | 3,0 | 1,9 | 192 | 2.384 | 3,0 |
| Novembro | 1,9 | 315 | 2.124 | 3,7 | 1,7 | 246 | 2.341 | 3,7 |
| Dezembro | 1,8 | 238 | 3.105 | 4,0 | 1,7 | 188 | 2.969 | 4,0 |

Legenda: Em Verde (IVL bom). Em amarelo (IVL médio). Em vermelho (IVL ruim). Em Roxo (IVL péssimo).

Da tabela podemos observar que há um pequeno desbalançamento da concentração de SST entre os TAs, mas que não tem causado prejuízo no tratamento.

Outro aspecto que merece comentário é com relação aos valores do IVL. Observa-se que o IVL variou de médio a ruim em vários meses de 2016. Uma explicação para esses resultados é devido à proliferação de bactérias filamentosas que tem sido um problema crônico na ETE Franca de acordo com a operação.

A proliferação de filamentosas tem prejudicado também o espessamento do lodo no decantador secundário. De acordo com os dados operacionais de 2016, a concentração média de SST no lodo de retorno foi de 3.846 mg/L. Esse valor está bem abaixo do que o esperado em lodo ativado (entre 6.000 e 8.000 mg/L). A consequência imediata de se operar com baixas concentrações de SST no lodo de retorno é um aumento da razão de recirculação, elevando, com isso, o gasto energético com bombeamento.

Para tentar amenizar os problemas de proliferação das filamentosas os dois primeiros aeradores ao longo do TA têm funcionado de forma intermitente (1h desligado e 15 minutos ligado), procurando com isso criar uma zona que favoreça o crescimento das bactérias formadoras de flocos.

Em relação à concentração de oxigênio dissolvido (OD) no TA, se observarmos apenas os resultados do monitoramento de OD apresentado na Tabela 1, nos dá a impressão de que está de acordo com o recomendado para lodos ativados. Entretanto, como as medições de OD são feitas apenas nas saídas dos TAs, foram realizadas medições de OD ao longo dos TAs. Os resultados dessas medições estão apresentados na figura a seguir.

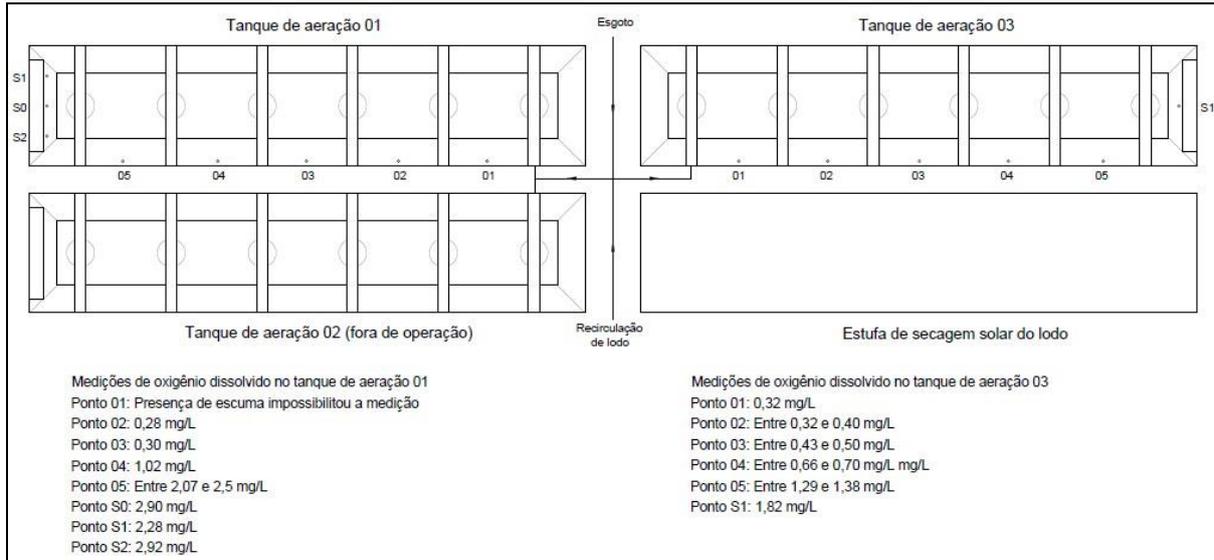


Figura 12 - Medições de OD ao longo do TA.

Com base nos resultados das medições, observa-se uma variação grande de OD ao longo do TA. No TA 01, a concentração de oxigênio dissolvido variou de 0,28 mg/L a 2,92 mg/L. Já no TA 03 a variação foi 0,32 mg/L a 1,82 mg/L.

Como a alimentação do TA é feita no início do reator a taxa de consumo de oxigênio nessa região é maior que ao longo do reator, fazendo com que o OD no início do TA seja menor. Além disso, os dois primeiros aeradores têm operado de forma intermitente.

Os aeradores possuem inversor de frequência e são controlados pelo sensor de OD instalado na saída dos TAs. Durante o levantamento de dados em campo, a frequência dos aeradores estava na ordem dos 40 Hz, ou seja, havia margem para aumentar a rotação dos aeradores e, com isso, aumentar o OD no TA. O problema dos baixos valores de OD ao longo do TA é que o sensor de OD que controla a rotação de todos os aeradores está instalado na saída do reator, onde a carga é menor e o OD é maior.

Para melhorar a concentração de OD ao longo do TA, uma alternativa seria a instalação de mais sensores de OD ao longo do TA, ou aumentar o “set-point” do sensor instalado na saída dos tanques de aerção, de modo a se manter uma maior concentração de OD ao longo do tanque de aerção.

A utilização de inversor de frequência em aerador superficial não é uma prática comum. Por isso, não há trabalhos que tenham avaliado as possíveis consequências dessa prática. Com a redução da rotação do aerador ocorre de fato uma redução na taxa de transferência de oxigênio e no consumo de energia elétrica. Entretanto, não sabemos de que forma isso impacta na mistura do licor misto.

Quanto à capacidade dos decantadores secundários, observa-se na figura 11 que a operação com dois DS atende apenas a vazão média atual. Para atender a vazão nominal, um terceiro DS terá que entrar em operação. Para chegar a essa conclusão foram adotados as seguintes premissas: concentração de SST no TA de 3,5 kg/m³ e razão de recirculação de 100%.

Os adensadores por gravidade, diferentemente do previsto em projeto, são operados atualmente em batelada com ciclo de dois dias e utilizados para adensar exclusivamente o lodo secundário. De acordo com a figura 11, eles têm capacidade para atender a vazão atual da ETE, com o sistema operando com idade do lodo de 3 ou 7

dias e com uma taxa máxima de aplicação de sólidos no adensador de 30 Kg.SS/m².dia. Porém, para essa taxa de aplicação, não teria capacidade para atendimento da vazão nominal da ETE caso se continue operando o sistema de lodos ativados com baixa idade do lodo. Para atender simultaneamente a vazão nominal e a taxa de aplicação, a idade do lodo no sistema teria que ser de pelo menos 7 dias. Atualmente, com lodo de ETA no processo da ETE, parte da carga de lodo de ETA acaba sendo encaminhada para o processo biológico secundário. Para estimar a carga de lodo de ETA que é encaminhada para o processo secundário, foi considerada a produção teórica de lodo de ETA referente ao ano de 2016, e uma eficiência de remoção de lodo de ETA no Decantador Primário de 50%. Foi utilizada a média de produção de lodo de ETA para o período chuvoso (janeiro, fevereiro, março, outubro, novembro e dezembro) e a média de produção de lodo de ETA para o período seco (abril, maio, junho, julho, agosto e setembro). Assim, mantendo a taxa máxima de aplicação de sólidos no adensador, a capacidade hidráulica da ETE fica limitada a 519 L/s e 666 L/s, para idades do lodo de 3 e 7 dias no tanque de aeração. No período chuvoso, a capacidade hidráulica da ETE ficaria limitada a 167 L/s e 215 L/s, para idades do lodo de 3 e 7 dias no tanque de aeração. Vale ressaltar que, apesar de as taxas no adensador estarem muito acima da taxa prevista em norma, o adensador vem apresentando boa capacidade de captura de sólidos, com espessamento em torno de 2% de teor de sólidos no lodo adensado.

Com relação aos digestores anaeróbios de lodo, a capacidade de tratamento ilustrada na figura 11 atenderia a vazão nominal da ETE para os tempos de detenção hidráulica de 22 dias (sem aquecimento) e 18 dias (hipoteticamente com aquecimento), caso as premissas consideradas no projeto com relação ao espessamento do lodo primário e secundário para valores da ordem de 5% de teor de sólidos estivessem sendo atendidas. Com o lançamento de lodo de ETA na ETE, ainda seria possível operar os digestores com TDH de 22 dias para atender a vazão nominal da ETE no período seco, desde que o adensamento do lodo primário e lodo secundário fosse da ordem de 5%, conforme previsto em projeto. No período chuvoso, para manter as condições previstas em projeto de operação dos digestores (TDH=22 dias) a capacidade hidráulica da ETE ficaria em torno de 413 L/s a 467 L/s, para idades do lodo no tanque de aeração de 3 a 7 dias. Na hipótese de se aquecer os digestores, e operá-los com TDH = 18 dias, a capacidade de tratamento da ETE seria superior a capacidade nominal de 750 L/s no período seco, tanto operando o sistema com idade do lodo de 3 ou 7 dias, desde que mantida a condição de espessamento dos lodos primários e secundários para valores da ordem de 5%. Porém, no período chuvoso, a capacidade de tratamento da ETE ficaria limitada a 616 L/s e 697 L/s, operando-se o sistema com idades do lodo de 3 e 7 dias, ou seja, atenderia a vazão média observada no ano de 2016, mas não atenderia a vazão nominal.

Na unidade de desaguamento, conforme ilustrado na figura 11, sem lançamento de lodo de ETA na ETE o filtro prensa atenderia a vazão atual da ETE mantendo uma taxa máxima de aplicação de 200 Kg.ST/m.h e uma operação diária de 18 horas/dia, operando-se o sistema com idade do lodo de 3 dias no tanque de aeração. Porém, para atender a vazão nominal da ETE, o sistema de lodos ativados teria que ser operado com idade do lodo de pelo menos 7 dias. Nas simulações para a unidade de desaguamento, foi adotado como premissa uma destruição de voláteis no digestor de lodo de 35%. Com lançamento de lodo de ETA no período seco, mantendo-se a taxa máxima de aplicação de sólidos no filtro prensa, a capacidade de tratamento da ETE seria de no máximo 421 L/s e 485 L/s, para idades do lodo no sistema biológico de 3 e 7 dias, respectivamente. Porém, no período chuvoso, a capacidade de processamento do lodo de ETE seria nula, caso se mantivesse a taxa máxima de aplicação de sólidos no filtro prensa, mesmo operando-se o sistema de lodos ativados com idade do lodo de 7 dias. Aumentando-se o período de operação das centrifugas para 22 horas/dia, a capacidade de tratamento será superior a vazão nominal da ETE, mesmo com a idade do lodo no sistema biológico de 3 dias. No período seco, a capacidade de tratamento é reduzida para 557 L/s e, no período chuvoso, para apenas 20 L/s, operando o sistema biológico com 3 dias de idade do lodo. Aumentando-se a idade do lodo para 7 dias, a capacidade de tratamento é reduzida no período seco para 640 L/s e, no período chuvoso, para apenas 22 L/s.

Ainda com relação à unidade de desaguamento, melhorias na capacidade de desaguamento da unidade visando aumentar sua captura de sólidos podem ser realizadas, especialmente com relação à dosagem de polímero no processo. A concentração usualmente utilizada em sistemas de preparo de solução de polímero mais modernos é em torno de 0,2%. Quanto à dosagem, apesar de o projeto da ETE ter previsto uma dosagem de 3 kg. Pol./Ton.ST, estudos mais recentes tem indicado dosagens de aplicação de polímero para filtros prensa de esteiras bem maiores que as observadas na ETE Franca. De acordo com estudo de OERKE (2016), a dosagem de polímero aplicada em lodos digeridos anaerobiamente de ETEs que utilizam Filtro Prensa de Esteiras como



equipamento de desaguamento varia de 7,5 a 10,0 kg. Pol./Ton.ST, com uma captura de sólidos esperada de 90 a 95%.

Para a ETE Franca, caso se adote uma dosagem de 7,5 kg.Pol./Ton.ST a 10,0 kg.Pol./Ton.ST e uma concentração de solução de polímero de 0,2%, a vazão de bombeamento de polímero, considerando a variação da vazão de lodo de alimentação e o teor de sólidos observado no lodo digerido durante o ano de 2016, irá variar de 1,31 a 3,38 m³/hora, com média de 1,95 m³/hora, conforme apresentado na tabela a seguir. A atual bomba de polímero não conseguirá atender essa demanda.

Tabela 2 - Simulação da Vazão de Dosagem de Polímero em Função da Dosagem e Concentração da Solução.

| Concentração Sol. Polímero (%) | Nova Dosagem de Polímero (Kg/Ton.ST) | qP (m ³ /h) | Nova Dosagem de Polímero (Kg/Ton.ST) | qP (m ³ /h) |
|--------------------------------|--------------------------------------|------------------------|--------------------------------------|------------------------|
| 0,2 | 7,5 | 2,05 | 10,0 | 2,74 |
| 0,2 | 7,5 | 1,70 | 10,0 | 2,26 |
| 0,2 | 7,5 | 2,54 | 10,0 | 3,38 |
| 0,2 | 7,5 | 2,00 | 10,0 | 2,67 |
| 0,2 | 7,5 | 1,37 | 10,0 | 1,82 |
| 0,2 | 7,5 | 1,53 | 10,0 | 2,04 |
| 0,2 | 7,5 | 1,31 | 10,0 | 1,74 |
| 0,2 | 7,5 | 1,40 | 10,0 | 1,86 |
| 0,2 | 7,5 | 1,31 | 10,0 | 1,74 |
| 0,2 | 7,5 | 1,33 | 10,0 | 1,78 |
| 0,2 | 7,5 | 1,66 | 10,0 | 2,22 |
| 0,2 | 7,5 | 1,86 | 10,0 | 2,49 |

Vale ressaltar ainda que para uma vazão média de bombeamento de solução de polímero de 1,95 m³/hora, a autonomia do tanque de solução (V = 4000 litros) será reduzida para aproximadamente 2 horas, o que tornará inviável a operação do sistema da forma como ocorre atualmente, ou seja, em batelada. Poderá se tornar necessário substituir todo o sistema de preparo por um sistema automatizado de preparo semi-contínuo.

CONCLUSÃO

A ETE Franca encontra-se em operação há 20 anos, e o efluente produzido está em conformidade com os padrões de emissão e manutenção da classe do corpo receptor. É natural que após todos esses anos de operação alguns equipamentos estejam com sua vida útil esgotada, dificultando, com isso, a ação das equipes de manutenção, que muitas vezes não encontram as peças de reposição.

Um ponto crítico na fase líquida do processo de tratamento que por enquanto não tem causado prejuízo na eficiência do tratamento, mas que merece comentários é o crescimento das bactérias filamentosas. Por causa do crescimento das filamentosas, a concentração de SST do lodo de retorno (~3,8 kg SST/m³) tem ficado abaixo do normalmente observado em estações de lodo ativado convencional (6 a 8 kg SST/m³). Se aumentarmos a concentração de sólidos no lodo de retorno, os custos com bombeamento do lodo de retorno serão reduzidos.

Na literatura há menção de diversas causas que podem favorecer o crescimento das bactérias filamentosas, dentre elas: esgoto séptico, presença de sulfetos no esgoto, baixa relação A/M, deficiência de nutrientes, concentração baixa de OD, pH baixo, etc. Para cada condição normalmente há um predomínio de um

determinado tipo de bactéria filamentososa. Por isso, o primeiro passo que poderia nos auxiliar na determinação das causas para a geração do lodo volumoso seria a identificação e classificação das bactérias filamentosas.

Uma vez determinadas as causas do crescimento das filamentosas e constatado que é inviável sua eliminação, talvez seja recomendável projetar e implantar um seletor biológico no início do TA. O seletor biológico tem a finalidade de criar um ambiente favorável para o crescimento das bactérias formadoras de flocos em detrimento das filamentosas.

Na fase sólida o digestor e a prensa desaguadora encontram-se operando sob condições não ideais de processo. Com o recebimento do lodo de ETA e devido à baixa concentração de sólidos do lodo secundário, o TDH no digestor tem sido muito baixo (~10 dias), o que tem refletido na baixa destruição de voláteis (~30%). Essa forma de operação tem causado reflexos na unidade de desaguamento do lodo que tem operado em uma condição de sobrecarga durante cerca de 18 horas por dia e sem equipamento reserva, algo que deve ser evitado para o bom funcionamento da estação. A taxa de aplicação de sólidos durante o ano de 2016 variou de 214 a 416 Kg.ST/m.h, com média de 274 kg.ST/m.h, 37% superior à taxa de aplicação de sólidos considerada no projeto, de 200 kg.ST/m.h.

Outro ponto que merece ser destacado referente à unidade de desaguamento é a concentração da solução de polímero utilizada no condicionamento do lodo, de 0,6%, bem como a dosagem de polímero, que variou nesse período de 2,7 a 4,7 kg. Pol./Ton.ST. A concentração usualmente utilizada em sistemas de preparo de solução de polímero mais modernos é de 0,2%. Quanto à dosagem, apesar de o projeto da ETE ter previsto uma dosagem de 3 kg. Pol./Ton.ST, estudos mais recentes tem indicado dosagens de aplicação de polímero bem maiores que as observadas na ETE Franca. Conforme citado nesse relatório, estudos recentes indicam que a dosagem de polímero aplicada em lodos digeridos anaerobiamente de ETEs que utilizam Filtro Prensa de Esteiras como equipamento de desaguamento varia de 7,5 a 10,0 kg. Pol./Ton.ST, com uma captura de sólidos esperada de 90 a 95%. O sistema atual não tem capacidade de vazão para atender uma dosagem em torno dos valores mencionados. Além disso, mesmo que se substituísse as atuais bombas de polímero por bombas com maior capacidade de vazão, o preparo da solução em torno de uma concentração de 0,2 % reduzirá em demasia a autonomia dos tanques de preparo da ETE, sendo necessário avaliar a necessidade de troca desse sistema atual em batelada, por um sistema automatizado de preparo semi-contínuo.

Ainda com relação à fase sólida, para que a estação tenha condições de tratar a vazão nominal da estação (750 L/s), será preciso, além de retirar o lodo de ETA do fluxo da ETE, adensar o lodo primário e o secundário para algo em torno de 5%. Com isso, o TDH no digestor primário iria para a casa dos 24 dias.

AGRADECIMENTOS

Esse trabalho contou com a colaboração dos profissionais Alexandre Alcuten de Melo e Renato Nascimento Alves, respectivamente lotados na área de operação e manutenção da ETE Franca, e do Engenheiro Luiz Yoshiharu Ito, da Superintendência de Pesquisa, Desenvolvimento Tecnológico e Inovação da SABESP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ontario Ministry of Environment and Energy. Guidance Manual of Sewage Treatment Plant – Process Audits. Canadá. 2006.
2. Relatório elaborado pela equipe que participou do Programa de Otimização de Estação de Tratamento de Esgotos. Resultados do Programa de Avaliação Abrangente de Desempenho da ETE Suzano. Watershed Management 2000 Product. São Paulo. 2000.
3. MetCalf & Eddy. Tratamento de Efluentes e Recuperação de Recursos. 5º edição. Porto Alegre, 2016.
4. Marais, . Sludge bulking in activated sludge systems. Seminário internacional de tratamento de águas servidas. Porto Alegre. 2000.
5. JNS – Engenharia, Consultoria e Gerenciamento S/C Ltda. “Relatório de Estudo em Escala Real da Operação da ETE Franca Recebendo Lodo de ETA – R3 – Rev.1”. 2005.
6. NBR 12.209/11. “Elaboração de Projetos Hidráulico-Sanitários de Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários”. 2011.