

II-188 - AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE AERADOR MECÂNICO SUPERFICIAL TIPO ESCOVA ROTATIVA DE EIXO HORIZONTAL EM LAGOAS DE TRATAMENTO DE ESGOTO COM PROFUNDIDADE SUPERIOR A 2 METROS

Cassio Augusto Maldonado dos Santos⁽¹⁾

Engenheiro Mecânico pela Faculdade de Engenharia Industrial (FEI). Engenheiro do Departamento de Gestão de Energia da SABESP.

Ismaylle Bernardo da Silva⁽²⁾

Engenheiro Eletricista pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MG). Técnico em Gestão no Setor Técnico Operacional de São João da Boa Vista.

Endereço⁽¹⁾: Rua Costa Carvalho, 300 - Pinheiros – São Paulo - SP - CEP: 05429-900 - Brasil - Tel: +55 (11) 3388-8529 - e-mail: camsantos@sabesp.com.br

RESUMO

A avaliação do desempenho operacional de aerador mecânico superficial tipo escova rotativa de eixo horizontal em lagoas com profundidade acima de 2 metros foi o foco deste trabalho, sendo a Estação de Tratamento de Esgoto São João da Boa Vista, localizada no interior de São Paulo, a instalação escolhida para a realização deste trabalho de campo.

Os trabalhos de medição e análise foram executados na lagoa numero 2 desta estação, durante o período compreendido entre os meses de dezembro de 2012 e março de 2015, sendo que o processo de tratamento aplicado na degradação da matéria carbonácea é o dos lodos ativados com injeção de oxigênio ao meio líquido. Foram feitas medições batimétricas, análises visuais, medições de consumo de energia e amostragens qualitativas e quantitativas do esgoto bruto e do efluente tratado, sendo que parte destes resultados serviu de base para a avaliação do resultado deste trabalho de campo.

O resultado deste estudo mostrou que este tipo de aerador tem bom desempenho em lagoas de maior profundidade, como desta estação com 4 metros de profundidade, ele tem a capacidade de gerar um fluxo do esgoto em tratamento de forma a movimentar a coluna líquida até a proximidade do fundo da lagoa, o que foi verificado através das batimetrias realizadas que mostraram o arraste de uma camada significativa do lodo decantado no fundo da lagoa, sendo que a redução desta camada foi em média de 37% na área de influência dos aeradores colocados em teste, tal redução aumenta a massa em suspensão na lagoa e propicia uma maior formação de flocos de lodo ativado, o que aumenta o número de microrganismos disponíveis para degradar a matéria carbonácea presente no esgoto em tratamento.

PALAVRAS-CHAVE: Aerador Superficial, Lagoa, Profundidade.

OBJETIVO

Este trabalho tem por finalidade avaliar o desempenho operacional do aerador mecânico superficial tipo escova rotativa de eixo horizontal em lagoas de tratamento de esgotos com profundidade superior a 2 metros.

A principal meta deste estudo foi obter dados de campo através de medições e testes que permitissem o esclarecimento da dúvida existente dentro do corpo técnico da SABESP se este tipo de aerador seria capaz de realizar um bom trabalho de mistura em volumes de esgoto mais profundos já que em profundidades menores já é conhecido pelo corpo técnico da SABESP o bom desempenho deste tipo de equipamento, sendo que diversas unidades operam em estações de tratamento de esgoto da empresa pelo interior do estado de São Paulo.

INTRODUÇÃO

A estação escolhida para este teste de campo foi a ETE São João da Boa Vista, mostrada na sua totalidade na vista aérea da fotografia 1, esta estação de tratamento de esgoto está localizada na cidade de mesmo nome no interior do estado de São Paulo e pertence à unidade de negócio Pardo e Grande (RG) da SABESP.

Esta ETE é composta por um tratamento preliminar com caixa de areia aerada, duas lagoas aeradas seguidas de duas lagoas de decantação, e sistema de desinfecção através de gás cloro. O lodo removido das lagoas de decantação é enviado para secagem em quatro lagoas de recebimento e secagem de lodo produzido no tratamento.

As duas lagoas aeradas operam em paralelo e são idênticas em tamanho e volume, sendo o volume total destas lagoas é de 54.080 m³, a vazão média atual de esgoto afluyente é de 210 l/s, o que resulta em um tempo de retenção hidráulica de 71,5 horas.

Nesta estação o tratamento aeróbio é realizado em duas lagoas com profundidade total de 4,7 metros, sendo 4 metros de profundidade útil para o tratamento, nelas operam aeradores mecânicos do tipo fluxo descendente como equipamentos injetores de oxigênio na massa líquida em tratamento.

O tratamento de degradação da matéria carbonácea aplicado nesta estação é o processo de lodos ativados, sem a recirculação do mesmo.

O esgoto que chega a esta estação antes de ser distribuído entre as duas lagoas de aeração passa pelo processo de gradeamento para a retirada dos sólidos grosseiros em suspensão e da caixa de areia para retirada do material em suspensão de fácil sedimentação.



Fotografia 1: Vista geral da ETE São João da Boa Vista

METODOLOGIA

A metodologia aplicada neste estudo foi a de avaliar duas variáveis distintas de desempenho operacional do aerador mecânico superficial tipo escova rotativa, sendo estas as variáveis:

- Capacidade de mistura do aerador em movimentar a lamina decantada do lodo no fundo da lagoa, esta capacidade foi mensurada através da execução de batimetrias por zonas específicas dentro da lagoa para medir a espessura da camada de lodo decantada no fundo da lagoa nas zonas de influencia dos aeradores existentes e dos aeradores em teste;
- Avaliação da qualidade superficial do espelho d'água da lagoa do teste, sendo considerados dois parâmetros para a análise desta variável:
 - Presença de espuma no espelho d'água;
 - Acúmulo de detritos estacionários e zonas mortas na lagoa de tratamento.

Os testes foram realizados entre os meses de 12/2012 até 03/2015, a lagoa escolhida foi a de numero dois, e os aeradores em teste foram dispostos conforme mostra a figura 1.

A primeira variável foi avaliada através de medições batimétricas realizadas nas duas zonas distintas da lagoa de teste, uma zona em que somente aeradores existentes operaram, e outra zona em que somente aeradores do teste foram instalados e operaram por pelo período do teste.

A segunda variável foi avaliada com base na comparação visual entre fotos registradas em diferentes ocasiões durante a execução do teste na lagoa.

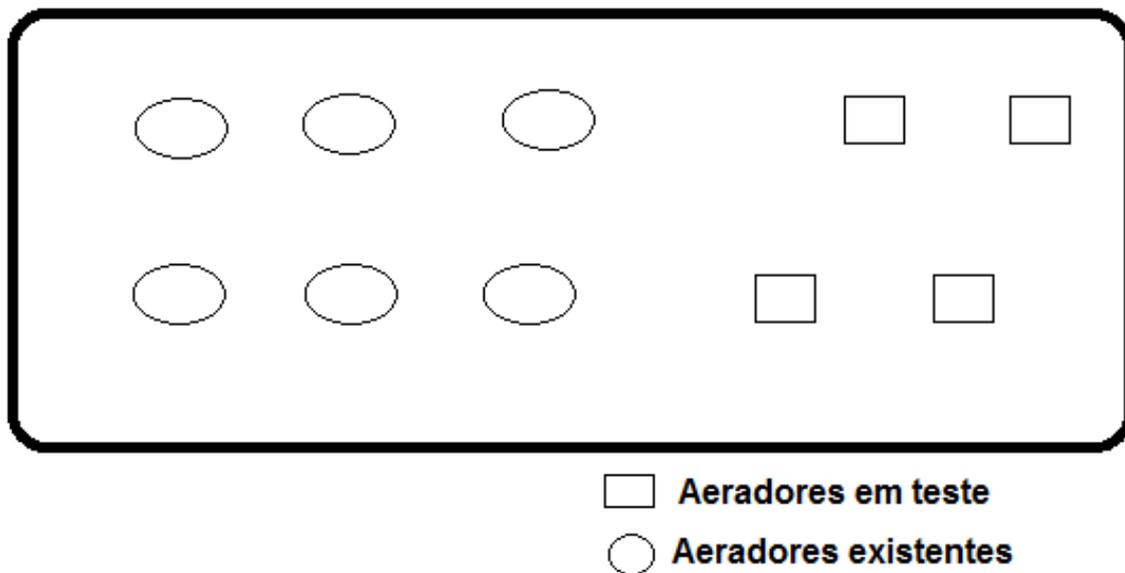


Figura 1: Posicionamento dos aeradores na lagoa 2 da ETE São João da Boa Vista

RESULTADOS DOS TESTES

AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE MISTURA

Para avaliar este item foi realizada uma primeira batimetria após 15 meses da instalação dos aeradores, para a realização desta medição a lagoa foi dividida em duas zonas distintas, uma zona somente com os aeradores atuais em operação e outra zona com os aeradores em teste, esta batimetria foi realizada em um único dia, pela mesma equipe e com o mesmo batímetro.

Verificou-se que na área em que foram instalados os aeradores do tipo escova rotativa a camada de lodo decantada apresentou uma diminuição de espessura em relação à área onde atuaram os aeradores existentes, tal

fato comprovou inicialmente a boa capacidade de mistura deste tipo de aerador em lagoas com profundidade superior a 2 metros, mostrando que a capacidade de mistura deste aerador é maior que a dos aeradores existentes nesta lagoa conforme os resultados obtidos neste primeira medição.

Outra batimetria foi realizada em fevereiro de 2015 e apresentou resultados que confirmaram os resultados da primeira medição, os resultados desta segunda batimetria são apresentados na figura 2.

A representação dos resultados da segunda batimetria se faz na forma de um mapa com a distribuição das espessuras das laminas de lodo decantado nas regiões de influência dos aeradores existentes e na zona de influência dos aeradores em teste, foi adotada uma escala de tonalidades da cor verde, sendo que quanto mais escuro o tom do verde maior o acumulo de lodo decantado, quanto mais claro o tom do verde menor o acumulo de lodo decantado, os valores mostrados nos retângulos em foi dividida a lagoa indicam a espessura da camada de lodo em metros.

REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA LAGOA 02 - BATIMETRIA REALIZADA EM FEVEREIRO/2015																
0,8	0,7	0,7	0,8	1	0,8	1	1	0,8	1	0,9	0,8	0,7	0,4	0,3	0,4	0,8
0,8	0,7	0,7	0,6	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,6	0,2	0,2	0,4	1
1	0,8	0,6	0,6	0,6	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4
1	0,8	0,9	0,9	0,6	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,4	0,8
1,1	0,9	0,8	0,9	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,8	1
REGIÃO DE ATUAÇÃO DOS AERADORES SOLANIL (ANTIGOS) MÉDIA DE LODO DECANTADO: 0,70 metros									REGIÃO DE ATUAÇÃO DOS AERADORES DO TIPO ESCOVA ROTATIVA MÉDIA DE LODO DECANTADO: 0,44 metros							

Figura 2: Mapa de distribuição das espessuras das laminas de lodo decantado na lagoa numero 2

Com base nos resultados obtidos e usando conceitos teóricos da mecânica dos fluidos elaborou-se a figura 3 que apresenta a concepção de uma vista lateral esquemática do comportamento do fluxo do esgoto em tratamento movimentado pela ação do impelidor do aerador em teste.

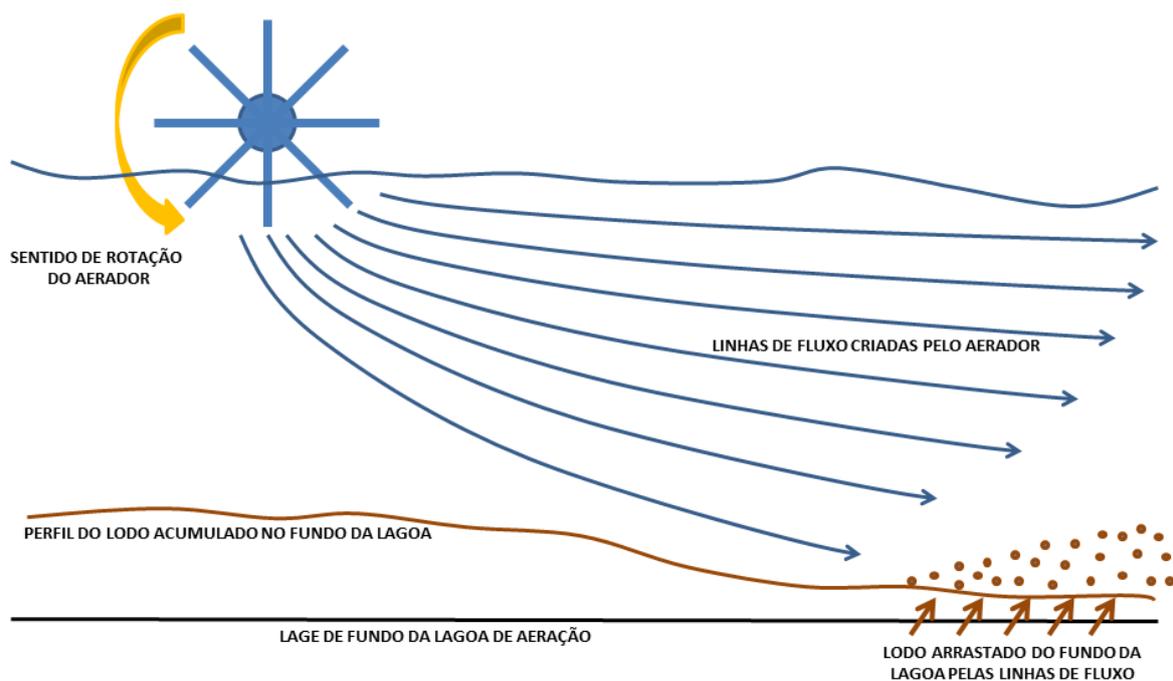


Figura 3: Vista lateral esquemática dos fluxos da massa líquida na zona de influência do aerador.

Deduziu-se que as velocidades do fluxo da massa líquida movimentada pela ação do rotor do aerador se distribui na forma de um gradiente, sendo que a medida que a profundidade aumenta, a velocidade do fluxo

diminui devido a ação da viscosidade da água, como representado pelas linhas de fluxo da figura 3, pode-se deduzir também pelos resultados obtidos na teste que a velocidade do fluxo do esgoto próxima a camada decantada de lodo é ainda suficiente para promover o arraste de uma parcela significativa do lodo decantado.

A camada média de lodo decantado fora da zona de influencia dos aeradores em teste foi de 0,70 metros e a camada média de lodo decantado dentro da zona de influência foi de 0,44 metros, uma redução de 37% da espessura da camada de lodo decantada pela atuação do fluxo gerado pelo impelidores dos aeradores em teste.

Nas zonas mais próximas dos aeradores em teste, a espessura da camada de lodo decantado foi de 0,20 metros, o que nos permite prever que em um *retrofit* dos aeradores das lagoas desta ETE poderemos obter um resultado ainda melhor quanto a diminuição do volume de lodo decantado, pois teremos neste caso um numero maior de aeradores e dispostos dentro das lagoas em um arranjo geométrico que de forma a maximizar os fluxos e promover uma melhor capacidade de mistura frente a condição atual nas duas lagoas, desta forma acreditamos que é possível esperar uma diminuição média de até 71% de espessura de camada de lodo decantada.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE VISUAL DO ESPELHO D'ÁGUA DA LAGOA

A avaliação deste item se fez ao longo do tempo em que o teste foi executado, as imagens do estado do espelho d'água nas duas zonas de influencia da lagoa de teste e da outra lagoa da estação foram a base de comparação para o estabelecimento do desempenho para este item do trabalho.

A comparação do resultado do desempenho do aerador superficial tipo escova rotativa frente ao existente na lagoa é notável conforme mostram as imagens apresentadas nas fotografias 2 e 3 que mostram as zonas de acumulo de detritos e espuma e a imagem da fotografia 4 que mostra a zona limpa por influencia dos aeradores em teste.

Esta melhora no aspecto visual tem sua explicação no fato de que este tipo de aerador mecânico gera uma forte correnteza na superfície do espelho d'água e pela quantidade de água deslocada por esta correnteza consegue se propagar a uma distancia considerável do aerador, desta forma a área superficial de influencia do aerador é maior em comparação a do modelo existente nas lagoas da ETE, deve-se fazer a ressalva de que o equipamentos existentes tem outro principio de atuação, sendo este principio o de um rotor submerso que impele uma mistura de ar e esgoto, mistura esta feita na própria região do impelidor, para baixo promovendo a transferência do oxigênio da mistura ao restante da massa líquida da lagoa e promovendo a mistura dos sólidos em suspensão a massa líquida da lagoa.



Fotografia 2: Zona “morta” de acúmulo de detritos em um dos cantos da lagoa.



Fotografia 3: Várias zonas de acúmulo de espuma e detritos na lagoa.



Fotografia 4: Zona superficial limpa por influencia da ação direta dos aeradores em teste.

CONCLUSÕES

Os resultados dos testes mostraram que o aerador mecânico superficial do tipo escova rotativa de eixo horizontal tem bom desempenho operacional em lagoas com profundidades superiores a 2 metros, a sua aplicação gera uma corrente de fluxos que chega a movimentar o material depositado no fundo de uma lagoa com profundidade de 4 metros, como da lagoa em que foi realizado este estudo.

A partir do resultado deste trabalho abre-se uma nova janela de possibilidades de aplicação deste tipo de aerador mecânico nas lagoas de tratamento das ETEs da SABESP, tanto na hora do projeto quanto nas ações de *retrofit*.

Na ETE São João da Boa Vista em particular o *retrofit* dos aeradores existentes por equipamentos do tipo testado podem promover uma melhoria no tratamento aeróbio do esgoto, uma vez que haverá uma maior quantidade de massa em suspensão, havendo assim uma maior formação de flocos de lodo ativado e por consequência uma maior quantidade de micro-organismos degradadores da matéria carbonácea presente no esgoto em tratamento, além da diminuição ou erradicação das zonas mortas pela melhor movimentação da massa líquida da lagoa.

Outros resultados obtidos constatados ao longo do teste, mas não mensurados neste trabalho foram:

- redução do odor na lagoa em que foi realizado o teste;
- redução do consumo de energia elétrica e da demanda em função da potência dos aeradores em teste serem menores que os existentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. METCALF & EDDY, Inc. (2013). Tratamento de Efluentes e Recuperação de Recursos. Mcgraw-Hill Education; 5 Edition, P.2048. Versão traduzida, Porto Alegre, AMGH, 2016.
2. VAN HAANDEL, A. C., MARAIS, G. V. R (1999). O Comportamento do Sistema de Lodo Ativado: Teoria e aplicações para projetos e operações. 1ª edição. Campina Grande.

3. SPERLING, M. V (2002). Lodos Ativados. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias. Pág. 127 a 146. Vol. 4. 2ª Edição Ampliada. Editora da UFMG, Minas Gerais.
4. REVISTA TAE N° 15 (2013). Vantagens e desvantagens da aeração por ar difuso e sistema mecânico. L3ppm – LTrês – publicidade, propagando e marketing ltda, Santo André.