

## Equipamentos

# Lagoa aerada superficialmente: uma solução de baixo custo para o aumento de eficiência

**Marcelo Pohlmann, da Brasworld Consultoria Ambiental, Josué Tadeu Leite França, Carlos Renato Alves e Paulo César Freitas de Oliveira, da Sabesp**

*Os aeradores de ação superficial podem oxigenar a zona aeróbia de uma lagoa facultativa e melhorar a qualidade do efluente final. Foi o que aconteceu em uma lagoa de estabilização da Sabesp localizada no interior de São Paulo. Antes com histórico de baixa eficiência no tratamento de esgotos, a lagoa passou a apresentar excelente desempenho com o uso do equipamento.*

**O** tratamento biológico de esgoto é uma imitação da autodepuração da natureza. O método que mais se aproxima desse processo natural é o uso de lagoas de estabilização.

A prática é bastante difundida no Brasil, onde há disponibilidade de espaço a um custo atraente e condições climáticas favoráveis. Entre as vantagens em relação a outros métodos de tratamento, estão a simplicidade e o baixo custo da operação e manutenção. No entanto, as lagoas de estabilização podem ter baixa eficiência, resultando em um efluente final de má qualidade.

As lagoas de estabilização podem ser de três tipos: aeróbia, anaeróbia e facultativa, que tem duas fases: uma zona aeróbia na superfície e uma zona anaeróbia no fundo, onde ocorre a formação do lodo e a decomposição de materiais sólidos. A digestão anaeróbia nesta região é responsável pela remoção de até 30% do volume de  $DBO_5$  da lagoa.

A Sabesp possui cerca de 300 lagoas facultativas em operação, e os principais problemas operacionais que levam à baixa eficácia são:

- sobrecarga de esgoto;
- condições atmosféricas ruins;
- presença de espuma;
- curto-circuito hidráulico; e
- superfloração de algas.

Um dos métodos mais frequentemente usados para melhorar a eficácia do sistema é a aeração mecânica. A forma com que o processo é introduzido e a potência dos equipamentos são fatores determinantes para o processo biológico, pois influenciam a concentração de sólidos na massa líquida.

As lagoas que recebem a aeração mecânica são classificadas do seguinte modo:

- lagoa aeróbia de mistura completa – consiste de um sistema de lodos ativados que não passam por reciclagem;
- lagoa de aeração prolongada – similar à de mistura completa, mas com reciclagem de sólidos; e
- lagoa aerada facultativa – recebe aeração por equipamentos de potência limitada, para reduzir a saída de sólidos decantáveis com o efluente.

No estudo apresentado neste artigo, foi escolhido um sistema de aera-

Tab. I – Ligações de água e esgoto faturadas e volumes por categorias de consumidores

Categoria	Água				Esgoto	
	Ligações faturadas		Volumes faturados		Ligações faturadas	
	Unidade	%	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%
Residencial	879	92,5	12 040	92,7	822	93,3
Comercial	45	4,7	308	2,4	38	4,3
Industrial	4	0,4	50	0,4	2	0,2
Pública	7	0,7	273	2,1	4	0,5
Mista	15	1,6	318	2,4	15	1,7
<b>Total</b>	<b>950</b>	<b>100</b>	<b>12 989</b>	<b>100</b>	<b>881</b>	<b>100</b>

Fonte: Sabesp, Gerência Regional de Itapetininga, SP. Março/08

Tab. II – Eficiência média na redução de DBO até outubro de 2007

Redução de DBO	
Ano	%
2002	31,1
2003	44,0
2005	74,6
2006	61,6
2007	62,0

Fonte: Sabesp, Gerência Regional de Itapetininga, SP. Março/08

ção que mativesse a lagoa essencialmente facultativa, garantindo as condições de existência da zona aeróbia e preservando a zona anaeróbia.

## Exemplo

O distrito de Rechã faz parte de Itapetininga, SP, e possui uma população de cerca de 5000 habitantes. A Sabesp assumiu o local em 1985, quando havia 638 m de adutora, sem coleta e

tratamento de esgoto. Os dados sobre as ligações de água e de esgoto, de acordo com as categorias de consumidores, são apresentados na tabela I.

Rechã conta, atualmente, com uma lagoa facultativa para o tratamento de esgoto. O sistema foi projetado em 1993 e previa inicialmente três lagoas em série, com as seguintes características:

- população alvo: 6160 habitantes (projeção para 2016);

- vazão média: 9,92 L/s (projeção para 2016);
- contribuição de carga orgânica (DBO<sub>5</sub>): 40 g/hab.dia;
- carga superficial: 200 kg DBO/hect.dia;
- área total: 12 481 m<sup>2</sup>;
- volume total: 18 888 m<sup>3</sup>;
- tempo de retenção hidráulica (TRH): 22 dias; e
- eficiência desejada: 80%.

Durante a implantação, foi constatada a impossibilidade do sistema de três lagoas facultativas em série. O projeto foi modificado, então, para apenas uma lagoa, com área superficial de 6950 m<sup>2</sup> (139 x 50 m), cerca de 55% do previsto no projeto original.

Atualmente a vazão média de esgotos é de 5 L/s. Portanto, há metade da vazão para metade da área, mantendo-se, teoricamente, a proporção original do critério de carga orgânica.

Desde a implantação da lagoa facultativa, a redução de DBO não apresentou a eficiência esperada (tabela II), resultando em um efluente final com alta turbidez (figura 1a), com a água de coloração avermelhada (figura 1b).

Assim, começaram a ser avaliadas alternativas de aeração que pudessem resolver o problema e, ao mesmo tempo, manter as características do tratamento. Essa condição restringiu o uso de equipamentos como os aeradores flutuantes de alta rotação, que poderiam criar turbilhonamento excessivo e, conseqüentemente, escape de sólidos junto com o efluente final, uma vez que a profundidade média da lagoa é de 1,5 m.

Portanto, dentre os vários tipos existentes, optou-se pelos aeradores de eixo horizontal de baixa potência com ação superficial. São equipamentos simples, de baixo custo e reduzido



Fig. 1 - Calha de saída do efluente final (a) e da coloração da lagoa em outubro de 2007 (b)

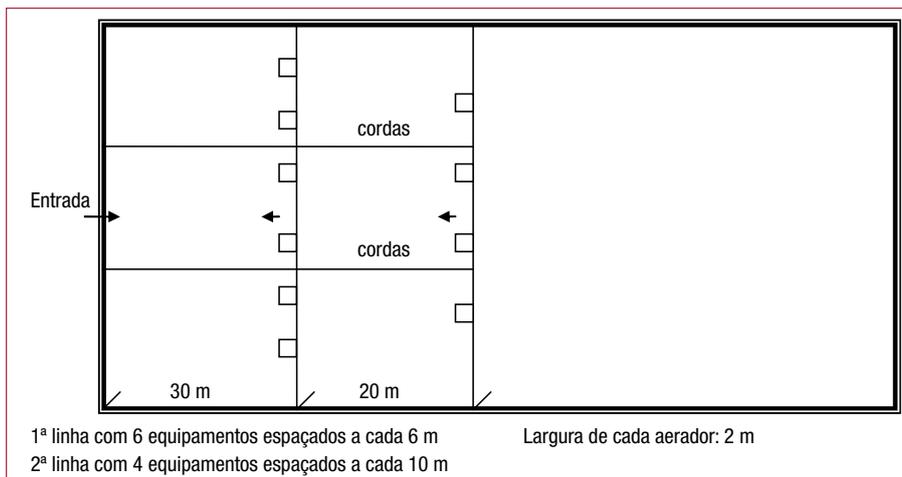


Fig. 2 - Croqui de instalação dos aeradores

## Equipamentos



Fig. 3 - Instalação dos aeradores vista da entrada da lagoa (à esq.) e início da operação (à dir.)

consumo energético, que propiciam uma alta taxa de transferência de oxigênio a baixa profundidade.

O aerador usado na lagoa de Rechã foi do tipo cachoeira, com as seguintes especificações:

- potência máxima de 1200 Wh;
- rotor horizontal com 48 pás plásticas tubulares e rotação de 90 rpm;
- peso de 87 kg;
- flutuadores preenchidos com poliuretano com pintura resistente ao esgoto e água salgada; e
- eficiência de oxigenação: 2,20 kg O<sub>2</sub>/kWh.

Foram instalados inicialmente 10 equipamentos, em outubro de 2007 (figuras 2 e 3).

O desempenho dos aeradores foi avaliado em relação à remoção de DBO/DQO e coliformes totais e fecais e ao pH, oxigênio dissolvido, resíduos sedimentáveis e outros parâmetros, durante quatro meses de operação.

## Resultados

É possível ver, na figura 4, os valores elevados de DBO no esgoto bruto no período de 2002 a outubro de 2007. Também são registradas concentrações altas de DBO de saída, no esgoto tratado. Mas há uma tendência de queda a partir de novembro de 2007, após o início da aeração. O comportamento da DQO do efluente final seguiu e mesma tendência (figura 6).

No estudo da eficiência da redução de DBO de entrada/saída, no mes-

mo período, a única análise que ficou abaixo de 80% foi a de 19/12/2007. Isso porque a DBO de entrada teve um valor baixo (figura 5).

A redução de DBO no efluente final foi evidente após cerca de 30 dias de

operação dos aeradores, o que era esperado, uma vez que o TRH da lagoa era superior a 20 dias. Como consequência, desde dezembro de 2007, o lançamento está dentro dos limites estabelecidos pelo Artigo 18 do Decreto 8468, Lei 997 de 31/05/1976, seja por estar acima do percentual de redução de 80% ou por estar abaixo do limite fixo de 60 mg/L.

Em relação ao oxigênio dissolvido, houve um aumento progressivo no efluente final após a introdução dos aeradores (figura 7). A concentração chegou a picos de 7 mg/L, valor su-

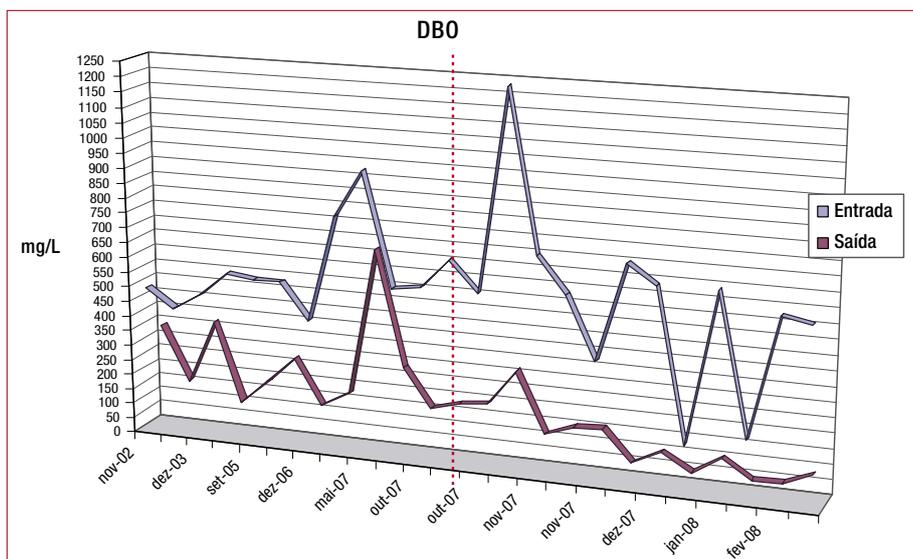


Fig. 4 - Resultados de DBO

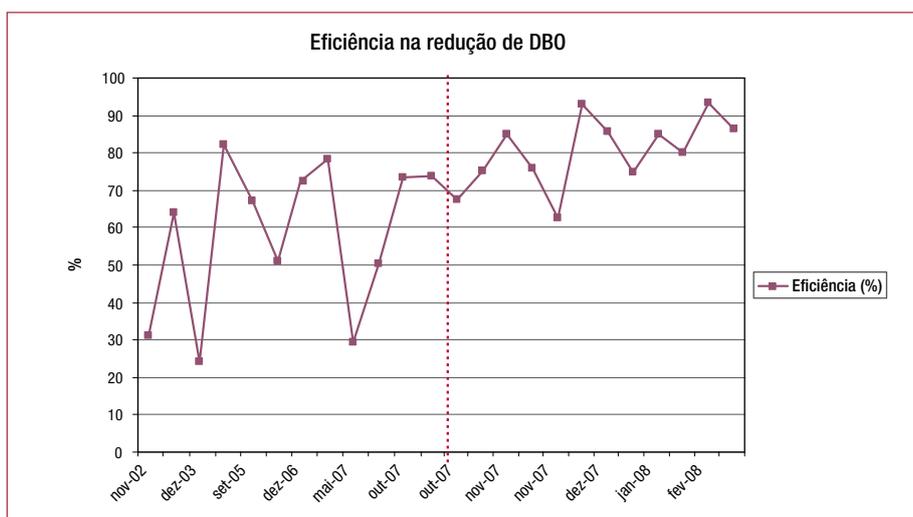


Fig. 5 - Percentual da redução de DBO de entrada/saída

perior ao normalmente obtido em lagoas facultativas convencionais.

O pH de entrada manteve-se estável, na média de 7 no período. Para o pH de saída, diferentemente, a média inicial era de 7,5 e passou para 8 após o início da aeração. O aumento indica uma maior atividade facultativa, em razão da diminuição da turbidez da massa líquida. Isso permitiu a penetração da luz solar a maiores profundidades, favorecendo a atividade das algas.

Esse maior alcance da luz solar pode ser uma das razões que levaram à diminuição da concentração de coliformes fecais. A redução, no entanto, também pode ter sido ocasionada pela maior competição biológica por alimento. A contagem média, antes da aeração, era de  $2,1 \times 10^6$  NMP/100 mL, mas chegou a  $0,12 \times 10^6$  NMP/100 mL em janeiro de 2008. Em relação aos coliformes totais, os resultados foram oscilantes (figura 9), assim como para a alcalinidade.

O aspecto visual da água também mudou significativamente. No segundo mês da aeração, o tom avermelhado desapareceu. A lagoa passou a ter uma coloração verde turva, característica de um sistema facultativo equilibrado, e sem a presença de espuma na superfície (figura 10). Além disso, a turbidez do efluente final melhorou (figura 10), demonstrando uma saída menor de sólidos suspensos.

O volume de resíduos sedimentáveis não foi alterado e permaneceu abaixo de 1 mg/L. O resultado indica que não houve aumento do escape de sólidos, ou seja, que o processo de aeração não movimentou o lodo, preservando a fase anaeróbia.

Em razão dos bons resultados, uma linha com quatro equipamentos foi desligada em março de 2008.

# SOLUÇÕES PARA TRATAMENTO DE ÁGUA



MEDIDOR DE SÓLIDOS EM SUSPENSÃO

MEDIDOR DE pH

MEDIDOR DE REDOX

MEDIDOR DE % DE O<sub>2</sub> DISSOLVIDO

15 ANOS DE MERCADO COM MAIS DE 650 CLIENTES SATISFEITOS

PRESTAMOS SERVIÇOS DE LABORATÓRIO DE VAZÃO



LABORATÓRIO DE VAZÃO ACREDITADO PELO INMETRO/RBC SOB Nº 284 GAL 0204

 AppliTech®

Tel.: (11) 4705-4000 - Fone/Fax: (11) 4705-2429

E-mail: [applitech@applitech.com.br](mailto:applitech@applitech.com.br)

Site: [www.applitech.com.br](http://www.applitech.com.br)

## Equipamentos

Os seis aeradores restantes foram mantidos em funcionamento, mas os dados sobre essa linha ainda não foram avaliados.

## Conclusão

A utilização dos aeradores de ação superficial trouxe grandes benefícios à qualidade do efluente final da lagoa facultativa de Rechã:

- elevada redução na concentração de DBO, chegando a superar 93% de eficiência e atingindo valores absolutos de 40 mg/L;
- alta concentração de oxigênio dissolvido; e
- diminuição dos coliformes fecais em até 94,2%.

Em relação a outros sistemas de aeração, as vantagens são:

- maior eficiência energética em relação aos aeradores de alta rotação;
- menor concentração de sólidos biológicos no efluente;
- facilidade e simplicidade de instalação e manutenção;
- menor custo de implantação e operação; e
- baixo consumo de energia.

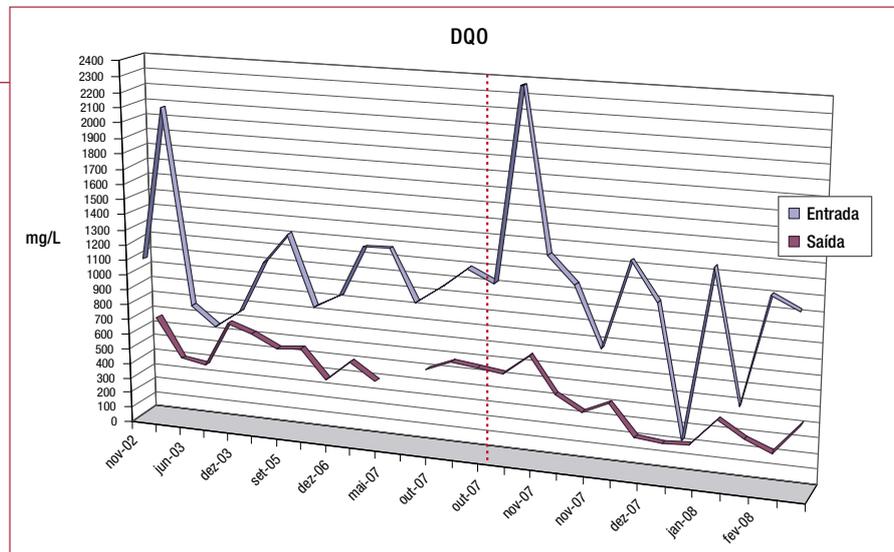


Fig. 6 - Resultados de DQO

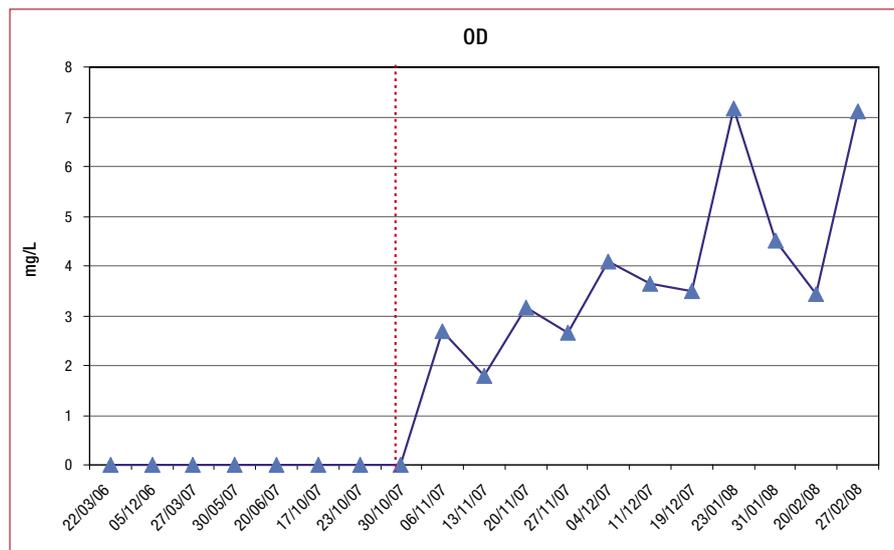


Fig. 7 - Resultados de oxigênio dissolvido

## Cuidar da água é tão importante que temos uma empresa só para isso.

As mais modernas tecnologias para tratamento de água e efluentes com a confiabilidade, a credibilidade e mais de 23 anos de experiência da White Martins no mercado de meio ambiente.

### SERVIÇOS

- Operação eficiente e de alta confiabilidade de ETES e sistemas de reúso de água.
- Projetos com tecnologia MBR (membrane bio-reactor) externa ou submersa.
- Projetos e instalações para reúso de água.
- Fornecimento de sistema em regime BOT ou B00.

### EQUIPAMENTOS

- Sistemas de membranas de microfiltração, ultrafiltração, nanofiltração e osmose reversa.
- Sistema de purificação e pré-tratamento de água por membranas.
- Estações compactas de tratamento de efluentes e reúso.



Entre em contato com a

**WHITE MARTINS**  
SOLUÇÕES AMBIENTAIS

Atendimento em todo o Brasil | (11) 3348-4800 • (11) 3348-4833

[www.whitemartins.com.br/solucoesambientais](http://www.whitemartins.com.br/solucoesambientais)

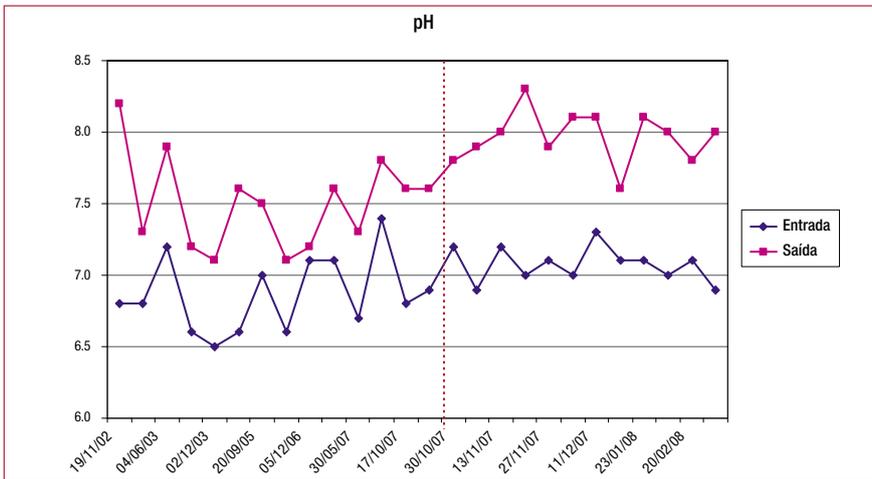


Fig. 8 - Resultados de pH



Fig. 10 - Operação dos aeradores (acima) e efluente final sendo descartado no corpo receptor (abaixo)

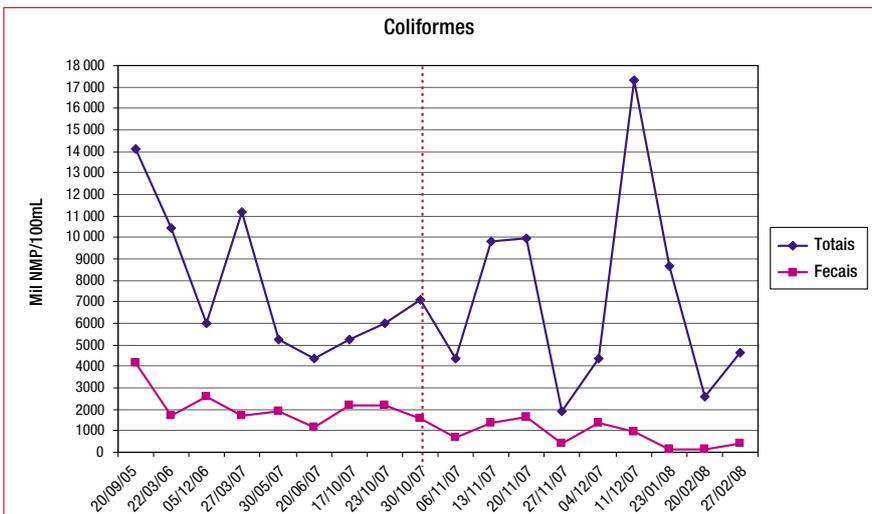


Fig. 9 - Resultados de coliformes totais e fecais no efluente final

Um aspecto potencialmente negativo é a formação de aerossóis, apesar de menor do que aquela de equipamentos que trabalham em rotações mais elevadas. Uma cobertura no rotor está sendo desenvolvida para minimizar esse impacto, sem prejuízo para a oxigenação.

Lagoas facultativas sobrecarregadas e sem área para expansão podem ser convertidas em lagoas facultativas aeradas com o uso de equipamentos de ação superficial, melhorando a qualidade do efluente final.



## Soluções e produtos para controle hidráulico

**Controle de Pressão, Vazão e Nível**

**Proteção de sistemas**

**Medição**

**Filtração**

**BERMAD BRASIL**  
 Tel: +55 (11) 3073.1199  
 Fax: +55 (11) 3073.1217  
 bermad@bermad.com.br  
 www.bermad.com.br

**Válvulas de Controle**

**Filtros manuais / automáticos**

**Ventosas**

**Hidrômetros**

**Redutores de pressão de Ação Direta**